

ЗЕМЛЯ

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ ДЛЯ ЮНОШЕСТВА













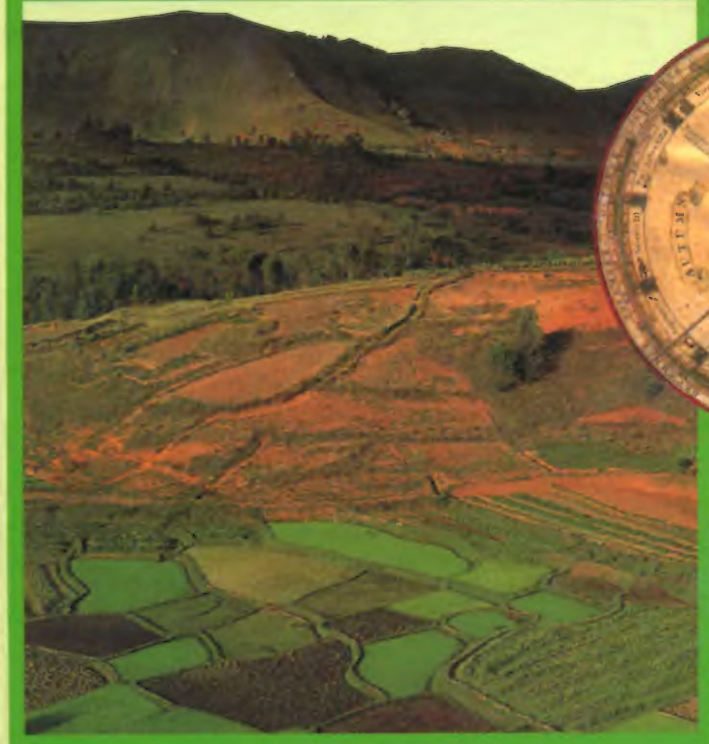








ЗЕМЛЯ

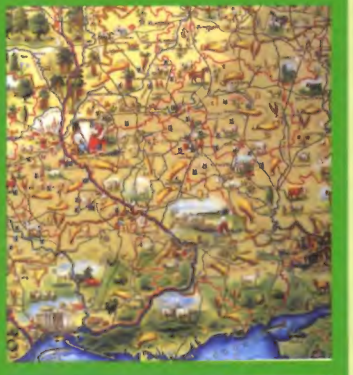














УНИВЕРСАЛЬНАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ ДЛЯ ЮНОШЕСТВА

Педагогика-Пресс



УНИВЕРСАЛЬНАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ ДЛЯ ЮНОШЕСТВА

ПОДГОТОВЛЕНА
ПО ЗАКАЗУ
МИНИСТЕРСТВА ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Составитель
доктор географических наук
А. М. БЕРЛЯНТ

Научный редактор
кандидат географических наук
С. А. БУЛАНОВ

Консультант Министерства образования
Российской Федерации
кандидат педагогических наук
Н. Н. ГАРА

Автор проекта
кандидат педагогических наук
Е. Б. КУРКИН

Принципиальный макет энциклопедии
Н. Е. ИЛЬЕНКО

Оформление, макет,
разработка иллюстративного ряда
Л. В. ФРОЛОВА



ЗЕМЛЯ



МОСКВА
ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПЕДАГОГИКА-ПРЕСС»
ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ «СОВРЕМЕННАЯ ПЕДАГОГИКА»
2001

Несколько поколений граждан нашей страны в своих занятиях по изучению тех или иных наук прибегали к помощи детских энциклопедий издательства «Педагогика-Пресс». Раньше эти энциклопедии и словари были единственными справочниками для детей и юношества. В наше время читатели получили возможность пользоваться самыми различными отечественными и зарубежными энциклопедическими изданиями. Однако в большинстве своем содержание этих книг рассчитано на младший и средний детский возраст.

На книжном рынке до сих пор не было свода энциклопедических знаний, адресованного старшим школьникам, а также молодежи, уже получившей среднее образование и предполагающей продолжить свое обучение в вузах. Подобная литература по своему научному уровню должна отличаться от тех энциклопедий, которые уже представлены читателю: предполагается, что он имеет общее представление о той или иной отрасли знания.

Министерство образования РФ поручило издательству «Педагогика-Пресс» подготовить и выпустить энциклопедию для юношества с наибольшим учетом тех требований, которые, безусловно, выдвинет насыщенная и динамичная жизнь в третьем тысячелетии.

В результате труда большого коллектива известных ученых, педагогов, писателей и художников появилась в свет «Универсальная энциклопедия для юношества». Она продолжает традиции популярной «Детской энциклопедии» издательства и, по существу, представляет собой значительно измененное ее 4-е издание. Авторы проекта в основном сохранили прежние названия десяти томов, каждый из которых – уникально исполненное самостоятельное произведение.

В отличие от предыдущих изданий и подобной справочно-информационной литературы для детей «Универсальная энциклопедия для юношества» использует элементы научной систематизации материала, содержит сведения более высокого научного уровня и повышенной сложности.

Статьи энциклопедии ограничены объемом от одного до трех книжных разворотов, представляя собой единство содержания и изобразительного материала. В одних томах иллюстрации разъясняют текст, в других – дополняют. Поразворотное повествование позволяет удержать внимание читающего и оперативно найти нужные сведения. Совокупность статей, расположенных в виде разворотов, составляет главу. Несколько глав определяют тематический раздел энциклопедии. Каждая статья – отдельная тематическая единица. В то же время ее самостоятельность ограничивается тематической общностью ряда статей. Это позволяет сохранить последовательность в изложении материала. Во всех томах центральная часть разворота содержит сведения, понятия и термины заявленной темы. Боковые колонки предназначены для дополнительной информации, уточняющей основные понятия или факты.

В целях экономии места в томах приняты определенные сокращения.

Содержание



Раздвигая границы Ойкумены (От мифов до научных гипотез. Географические открытия)

РАЗДВИГАЯ ГРАНИЦЫ ОЙКУМЕНЫ
Буланов С. А. **10**
ОТ МИФОВ ДО НАУЧНЫХ ГИПОТЕЗ
Бондарев Л. Г. **12**
ХРИСТОФОР КОЛУМБ: ПЛАВАНИЯ К «ИНДИЯМ»
Магидович В. И. **18**
ВАСКО ДА ГАМА: ОТКРЫТИЕ МОРСКОГО ПУТИ В ИНДИЮ
Магидович В. И. **28**
ЭРНАН КОРТЕС: ЗАВОЕВАНИЕ МЕКСИКИ
Магидович В. И. **30**
АМЕРИГО ВЕСПУЧЧИ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ НАЗВАНИЯ «АМЕРИКА»
Магидович В. И. **32**
ФЕРНАН МАГЕЛЛАН: ПЕРВОЕ КРУГОСВЕТНОЕ ПЛАВАНИЕ
Магидович В. И. **36**
ПИРАТ ФРЭНСИС ДРЕЙК У БЕРЕГОВ ИСПАНСКОЙ АМЕРИКИ
Магидович В. И. **42**



ЕРМАК И ПЕРВООТКРЫВАТЕЛИ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ
Магидович В. И. **44**
РУССКИЕ ЗЕМЛЕПРОХОДЦЫ
Магидович В. И. **48**
В. БЕРИНГ – А. ЧИРИКОВ: ПЕРВАЯ КАМЧАТСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ
Магидович В. И. **50**
ДЖЕЙМС КУК: КРУГОСВЕТНЫЕ ПУТЕШЕСТВИЯ
Магидович В. И. **52**
ПЕРВАЯ РУССКАЯ КРУГОСВЕТНАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ
Магидович В. И. **62**
Н. М. ПРЖЕВАЛЬСКИЙ: ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ
Магидович В. И. **64**
ДАВИД ЛИВИНГСТОН: ИССЛЕДОВАНИЕ ЮЖНОЙ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АФРИКИ
Магидович В. И. **68**
П. П. СЕМЕНОВ: ИССЛЕДОВАНИЕ ТЯНЬ-ШАНЯ
Магидович В. И. **70**
ФРИТЬОФ НАНСЕН: ОТКРЫТИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АРКТИКЕ
Магидович В. И. **72**
ИССЛЕДОВАНИЕ АНТАРКТИДЫ
Магидович В. И. **74**

Внутреннее строение и рельеф Земли (Недра. Рельеф. Вечная мерзлота)

ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ
Буланов С. А. **76**
ИЗ ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ НЕДР ЗЕМЛИ
Ананьев Г. С. **78**
МИР МИНЕРАЛОВ
Ананьев Г. С. **82**
ГОРНЫЕ ПОРОДЫ
Ананьев Г. С. **84**
МИНЕРАЛЫ-САМОЦВЕТЫ
Ананьев Г. С. **88**
ГЛУБОКО ПОД НАМИ
Ананьев Г. С. **94**
ЗЕМНАЯ КОРА – КАМЕННАЯ ОБОЛОЧКА ПЛАНЕТЫ
Ананьев Г. С. **96**
СТРУКТУРА ЗЕМНОЙ КОРЫ
Ананьев Г. С. **98**
ПУЛЬС И ДЫХАНИЕ НЕДР
Ананьев Г. С. **100**
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЯ ЗЕМЛИ И ВЫБРОСЫ ГАЗОВ
Ананьев Г. С. **102**
ВУЛКАНИЗМ – САМЫЙ МОЛОДОЙ И САМЫЙ ДРЕВНИЙ ИЗ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ЗЕМЛЕ
Ананьев Г. С. **104**
ЛИТОСФЕРНЫЕ ПЛИТЫ ЗЕМЛИ
Ананьев Г. С. **108**
ОЖИДАЕМЫЕ И «НЕОЖИДАННЫЕ» ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ
Ананьев Г. С. **110**
ДРЕМЛЮЩИЕ ВУЛКАНЫ
Ананьев Г. С. **112**
ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ
Ананьев Г. С. **114**
РЕЛЬЕФ ЗЕМЛИ
Ананьев Г. С. **118**
ВНУТРЕННИЕ И ВНЕШНИЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ ЗЕМЛИ
Ананьев Г. С. **120**
ЭНДОГЕННЫЕ И ЭНДО-ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЯ
Ананьев Г. С. **122**





ВНЕШНИЕ СИЛЫ И ЭКЗОГЕННЫЙ РЕЛЬЕФ ЗЕМЛИ
Ананьев Г. С. **126**
СВЕРХУ ВНИЗ ПО СКЛОНАМ
Ананьев Г. С. **128**
КАМЕННЫЕ «РЕКИ» И «МОРЯ». ГОРНЫЕ РЕКИ
Ананьев Г. С. **130**
РАВНИННЫЕ РЕКИ
Ананьев Г. С. **132**
КАРСТОВЫЙ РЕЛЬЕФ
Ананьев Г. С. **134**
ВЕТЕР – СОЗИДАТЕЛЬ И РАЗРУШИТЕЛЬ
Ананьев Г. С. **138**
ЛЕДЯНОЙ И ПОДЛЕДНЫЙ РЕЛЬЕФ
Ананьев Г. С. **140**
В СПОКОЙНЫХ ГЛУБИНАХ ОКЕАНОВ
Ананьев Г. С. **142**
РАВНИНЫ И ПЛОСКОГОРЬЯ
Ананьев Г. С. **144**
ГОРНЫЕ ПОЯСА
Ананьев Г. С. **146**
ЧТО ТАКОЕ ВЕЧНАЯ МЕРЗЛОТА
Конищев В. Н. **154**
ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ
Конищев В. Н. **156**
ВЕЧНАЯ МЕРЗЛОТА КАК ГЛОБАЛЬНОЕ ЯВЛЕНИЕ
Конищев В. Н. **158**
ТЕМПЕРАТУРА И МОЩНОСТЬ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ
Конищев В. Н. **162**
СЛОЙ СЕЗОННОГО ОТТАИВАНИЯ
Конищев В. Н. **164**
ПОДЗЕМНЫЙ ЛЕД
Конищев В. Н. **166**
МЕРЗЛОТНЫЕ ФОРМЫ РЕЛЬЕФА
Конищев В. Н.. **170**
ВЕЧНАЯ МЕРЗЛОТА И ВРЕМЯ
Конищев В. Н. **172**

ВЕЧНАЯ МЕРЗЛОТА – ВРАГ ИЛИ СОЮЗНИК?
Конищев В. Н. **174**

Вода и воздух на планете (Гидросфера. Мировой океан. Атмосфера)

ВОДА И ВОЗДУХ НА ПЛАНЕТЕ
Москвин А. Г. **178**
ИСТОРИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ ГИДРОСФЕРЫ
Лосев К. С. **180**
КРУГОВОРОТ ВОДЫ НА ЗЕМЛЕ
Лосев К. С. **182**
СКОЛЬКО ВОДЫ НА ЗЕМЛЕ?
Лосев К. С. **186**
РЕКИ
Лосев К. С. **188**
ОЗЕРА
Лосев К. С. **192**
ЛЕДНИКИ
Лосев К. С. **196**
ОЛЕДЕНЕНИЕ ЗЕМЛИ
Лосев К. С. **200**



ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ
Лосев К. С. **202**
ЧЕЛОВЕК И ВОДА
Лосев К. С. **206**
ВОДА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ
Лосев К. С. **208**
ЧАСТИ ВЕЛИКОГО ЦЕЛОГО
Москвин А. Г. **210**
ПРОГУЛКА ПО ОКЕАНСКОМУ ЛЬДУ
Москвин А. Г. **216**



ГЛУБИННОЕ ВЕЩЕСТВО ЗЕМЛИ
Москвин А. Г. **218**
МНОГО ЛИ ЛЕТ ОКЕАНАМ?
Москвин А. Г. **220**
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОКЕАНИЧЕСКОЙ ВОДНОЙ СРЕДЫ
Москвин А. Г. **222**
МОРСКИЕ ЛЬДЫ
Москвин А. Г. **228**
«ВОЛНЫ ПО МОРЮ ГУЛЯЮТ»
Москвин А. Г. **230**
ПРИЛИВЫ
Москвин А. Г. **232**
ВСЕ ТЕЧЕТ
Москвин А. Г. **234**
КАКОГО ЦВЕТА ОКЕАН?
Москвин А. Г. **238**
БЕРЕГОВАЯ ЗОНА
Павлидис Ю. А. **240**
ТИХО ЛИ В «МИРЕ БЕЗМОЛВИЯ»?
Москвин А. Г. **244**





ИСТОЧНИК ЖИЗНИ
Москвин А. Г. **248**
МИНЕРАЛЬНЫЕ БОГАТСТВА ОКЕАНА
Москвин А. Г. **250**
ОКЕАН НУЖДАЕТСЯ В ЗАЩИТЕ
Москвин А. Г. **254**
ВОЗДУШНЫЙ ОКЕАН
Петросянц М. А., Семенченко Б. А. **258**
ДАВЛЕНИЕ, ВЕТЕР, ТЕМПЕРАТУРА, ВЛАЖНОСТЬ, ОБЛАКА, ОСАДКИ
Петросянц М. А., Семенченко Б. А. **260**
СТРОЕНИЕ АТМОСФЕРЫ
Петросянц М. А., Семенченко Б. А. **266**
СОЛНЦЕ И АТМОСФЕРА
Абакумова Г. М., Незваль Е. И. **268**
ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ АТМОСФЕРЫ
Абакумова Г. М., Незваль Е. И. **272**
ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ
Абакумова Г. М., Незваль Е. И. **274**



ПОГОДА И НАБЛЮДЕНИЕ ЗА НЕЙ
Семенов Е. К. **276**
СОСТАВЛЕНИЕ ПРОГНОЗА ПОГОДЫ
Семенов Е. К. **282**
ВСЕМИРНАЯ СЛУЖБА ПОГОДЫ
Вельтищев Н. Ф. **284**

СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ В АТМОСФЕРЕ
Петросянц М. А. **286**
ЦИРКУЛЯЦИЯ АТМОСФЕРЫ
Петросянц М. А. **288**
НЕОБЫЧНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В АТМОСФЕРЕ
Суркова Г. В. **296**
КЛИМАТ
Кислов А. В. **300**
КЛИМАТЫ ЗЕМНОГО ШАРА
Сорокина В. Н. **304**
КЛИМАТ РОССИИ
Сорокина В. Н. **314**
МИКРОКЛИМАТ ГОРОДОВ
Сорокина В. Н. **320**

Пространство жизни на Земле (Биосфера. Почвенный покров)

ПРОСТРАНСТВО ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ
Буланов С. А. **322**
БИОСФЕРА – СРЕДА ЖИЗНИ
Криволуцкий Д. А. **324**
ОРГАНИЗОВАННОСТЬ БИОСФЕРЫ
Криволуцкий Д. А. **326**
ПРОДУКТИВНОСТЬ БИОСФЕРЫ
Криволуцкий Д. А. **328**
БИОЛОГИЧЕСКИЙ КРУГОВОРОТ
Криволуцкий Д. А. **332**
ГЕОГРАФИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ
Дроздов Н. Н., Криволуцкий Д. А. **338**
НА ПУТИ К НООСФЕРЕ
Криволуцкий Д. А. **346**
ПОЧВЫ – ОСОБОЕ «ЦАРСТВО ПРИРОДЫ»
Горячкин С. В. **348**



ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЧВ
Горячкин С. В. **350**
ФАКТОРЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ
Горячкин С. В. **354**



СКОЛЬКО ЛЕТ ПОЧВАМ?
Горячкин С. В. **358**
ШИРОТНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ПОЧВ
Горячкин С. В. **360**
ЕСТЬ ЛИ ПОЧВЫ В АНТАРКТИДЕ И АРКТИКЕ?
Горячкин С. В. **362**
ПОЧВЫ ЛЕСНОГО ПОЯСА УМЕРЕННЫХ ШИРОТ
Горячкин С. В. **366**
ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ СТЕПЕЙ И ПУСТЫНЬ
Горячкин С. В. **370**
ПОЧВЫ ТРОПИКОВ И СУБТРОПИКОВ
Горячкин С. В. **372**
ПОЧВЫ ГОР
Горячкин С. В. **376**
НЕЗОНАЛЬНЫЕ ПОЧВЫ
Горячкин С. В. **378**
РОЛЬ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ЖИЗНИ ЗЕМЛИ
Горячкин С. В. **382**
ПОЧВЫ И ЧЕЛОВЕЧЕСТВО
Горячкин С. В. **384**

Ландшафты планеты и их состояние (Ландшафты планеты. Природные опасности. Экологическое состояние планеты.

Природное и культурное наследие)

ЛАНДШАФТЫ ПЛАНЕТЫ И ИХ СОСТОЯНИЕ
Буланов С. А. **386**
НАШИ ЗЕМНЫЕ ДОМА – ЛАНДШАФТЫ
Солнцев В. Н. **388**
ЛАНДШАФТНЫЕ МОЗАИКИ
Солнцев В. Н. **392**
ЕВРОПА
Романова Э. П. **396**
АЗИЯ
Романова Э. П. **402**
СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА
Романова Э. П. **410**
ЮЖНАЯ АМЕРИКА
Романова Э. П. **416**
АФРИКА
Романова Э. П. **420**
АВСТРАЛИЯ И ОКЕАНИЯ
Романова Э. П. **424**
АНТАРКТИДА
Романова Э. П. **426**
ЧЕЛОВЕК И СТИХИЙНЫЕ БЕДСТВИЯ
Мягков С. М., Шныпарков А. Л. **428**
НАУКА И СТИХИЙНЫЕ БЕДСТВИЯ
Мягков С. М., Шныпарков А. Л. **432**
ВИДЫ ОПАСНОСТЕЙ
Мягков С. М., Шныпарков А. Л. **436**
СПОСОБЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ОПАСНОСТЕЙ
Мягков С. М., Шныпарков А. Л. **448**
УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДНЫМ РИСКОМ
Мягков С. М., Шныпарков А. Л. **450**
ОТНОШЕНИЕ ЛЮДЕЙ К РИСКУ
Мягков С. М., Шныпарков А. Л. **452**



СТИХИЙНЫЕ БЕДСТВИЯ В РОССИИ
Мягков С. М., Шныпарков А. Л. **454**
ИСТОРИЯ ОСВОЕНИЯ ПЛАНЕТЫ ЧЕЛОВЕКОМ
Лосев К. С. **458**
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИИ
Лосев К. С. **460**
ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ БИОСФЕРЫ
Лосев К. С. **462**



РАЗРУШЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ
Лосев К. С. **464**
МИРОВАЯ ЭКОНОМИКА КАК ПРОИЗВОДСТВО ОТХОДОВ
Лосев К. С. **468**
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ
Лосев К. С. **470**
ОПАСНЫЕ И РАДИОАКТИВНЫЕ ОТХОДЫ
Лосев К. С. **472**
СУПЕРТОКСИКАНТЫ
Лосев К. С. **474**
УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ
Лосев К. С. **476**
ЮНЕСКО И НАСЛЕДИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА
Борсук О. А. **478**
ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ
Борсук О. А. **482**
НАЦОНАЛЬНЫЕ ПАРКИ
Борсук О. А. **488**
ПРИРОДНОЕ НАСЛЕДИЕ РОССИИ
Борсук О. А. **492**

Планета людей (Население. Всемирное хозяйство)

ПЛАНЕТА ЛЮДЕЙ
Буланов С. А. **498**
СКОЛЬКО НАС?
Слука А. Е. **500**
ВОСПРОИЗВОДСТВО НАСЕЛЕНИЯ
Слука А. Е. **502**
МИГРАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ
Слука А. Е. **506**
МИГРАЦИИ И ЧИСЛЕННОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ
Слука А. Е. **508**
МИГРАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ
Слука А. Е. **510**
СОСТАВ НАСЕЛЕНИЯ
Слука А. Е. **512**
РАСЫ И НАЦИОНАЛЬНОСТИ
Слука А. Е. **514**
НАРОДЫ РОССИИ
Слука А. Е. **518**



ТРУДОВОЙ ПОТЕНЦИАЛ НАСЕЛЕНИЯ
Слука А. Е. **520**
ГРАМОТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ
Слука А. Е. **522**
РАЗМЕЩЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ
Гладкевич Г. И. **524**
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ВСЕМИРНОГО ХОЗЯЙСТВА
Гладкевич Г. И. **530**
ИНДУСТРИАЛЬНАЯ ЭПОХА XVIII – XIX ВВ.
Гладкевич Г. И. **538**
МИРОВОЕ ХОЗЯЙСТВО НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ
Гладкевич Г. И. **542**



СТРУКТУРА МИРОВОГО ХОЗЯЙСТВА
Гладкевич Г. И. **544**
ЭНЕРГЕТИКА
Гладкевич Г. И. **546**
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
Гладкевич Г. И. **562**
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС
Гладкевич Г. И. **566**
ХИМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
Гладкевич Г. И. **572**
ЛЕСНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
Гладкевич Г. И. **574**
ЛЕГКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
Гладкевич Г. И. **576**
СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО МИРА
Гладкевич Г. И. **578**
РАСТЕНИЕВОДСТВО
Гладкевич Г. И. **580**
ЖИВОТНОВОДСТВО
Гладкевич Г. И. **584**





СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РЕСУРСЫ И ТЕХНОЛОГИИ
Гладкевич Г. И. **588**
ТРАНСПОРТ
Гладкевич Г. И. **592**
ВНЕШНЯЯ ТОРГОВЛЯ
Гладкевич Г. И. **596**

Графические модели Земли

ГРАФИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЗЕМЛИ
Буланов С. А. **598**
КАРТОГРАФИЯ – НАУКА, ТЕХНОЛОГИЯ, ПРОИЗВОДСТВО
Берлянт А. М. **600**
ОСНОВНЫЕ ВЕХИ РАЗВИТИЯ
Берлянт А. М. **602**
КАРТЫ – МОДЕЛИ ЗЕМЛИ
Берлянт А. М. **604**
ОБЩЕГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАРТЫ
Берлянт А. М. **608**
МАСШТАБЫ, ПРОЕКЦИИ, КООРДИНАТЫ
Берлянт А. М. **610**



ЯЗЫК УСЛОВНЫХ ЗНАКОВ
Берлянт А. М. **616**
ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАЗВАНИЯ НА КАРТАХ
Берлянт А. М. **622**
АТЛАСЫ – КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ЭНЦИКЛОПЕДИИ
Берлянт А. М. **626**
ОТ КАРТ К ФОТОКАРТАМ
Кравцова В. И.,
Книжников Ю. Ф. **632**
КАК ПОЛУЧАЮТ СНИМКИ
Кравцова В. И.,
Книжников Ю. Ф. **634**
СНИМКИ С РАЗНЫХ ВЫСОТ
Кравцова В. И.,
Книжников Ю. Ф. **636**
СНИМКИ В РАЗНЫХ ДИАПАЗОНАХ СПЕКТРА
Кравцова В. И.,
Книжников Ю. Ф. **638**



МНОГОЗОНАЛЬНЫЕ СНИМКИ
Кравцова В. И.,
Книжников Ю. Ф. **640**
ДЕШИФРОВАНИЕ СНИМКОВ
Кравцова В. И.,
Книжников Ю. Ф. **642**
ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ ПО СНИМКАМ
Кравцова В. И.,
Книжников Ю. Ф. **644**
ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
Берлянт А. М.. **648**
ГЕОИКОНИКА – НАУКА О ГЕОИЗОБРАЖЕНИЯХ
Берлянт А. М. **652**
ИНТЕРНЕТ-КАРТОГРАФИРОВАНИЕ
Берлянт А. М. **656**
ТАБЛИЦЫ
Буланов С. А. **660**
УКАЗАТЕЛЬ **666**

Данный том содержит сведения о Земле.

Вся научная информация разделена на семь разделов. Начиная с мифов о происхождении Земли – первый раздел. Во втором разделе это недра земли, в том числе, что существенно для России, вечная мерзлота. В этом же разделе рассматриваются рельефы планеты.

Третий раздел посвящен водной и воздушной оболочкам земли. Это гидросфера, океан и атмосфера. Содержанием четвертого раздела является жизнь на Земле – биосфера и почвы.

В пятом разделе – многообразие и состояние ландшафтов земли и те опасности, которые угрожают лицу планеты.

Шестой раздел посвящен человеку на планете и его хозяйственной деятельности.Седьмой – картографии.

Основная текстовая единица тома — статья. Статьи состоят из одного, двух или более разворотов. Каждый разворот представляет собой единство текста и иллюстративного материала.

Особенность тома — расположение материала на развороте. Оно позволяет выделить в тексте главное. Эти сведения размещены в центральной части разворота. Боковые (более узкие) колонки предназначены для дополнительной информации, уточняющей, конкретизирующей основную: документов эпохи, воспоминаний очевидцев, мемуаров, статистических сведений, других справочных материалов.

Завершают том сводные таблицы и указатель имен и предметов.

Раздвигая границы Ойкумены

Древние греки называли известное им обитаемое пространство Ойкуменой. Как называл его первобытный человек, неизвестно, но, несомненно, и он задавал себе вопросы: что представляет из себя окружающий мир и как он велик? Долгие странствия давали обильную пищу для размышлений охотникам и собирателям, чья память могла хранить бездну деталей окружающей местности.

Однако сведения эти надо было сохранить, передать соплеменникам и соседям, и не только в устной форме. Так появились первые «твердые копии» этих сведений — прообразы современных карт на бересте, моржовой кости, а то и на прибрежном песке.

С возникновением цивилизации накопление информации, которую в наше время назвали бы географической, стало делом государственной важности. Ее собирателями, первыми путешественниками в неизвестные страны чаще всего становились воины и купцы. С их помощью древние державы расширяли круг своих познаний об окружающем мире.

Обычно отсчет наших знаний об Ойкумене ведется от колыбели европейской цивилизации в восточном Средиземноморье, однако открытие самой Европы для нее произошло не сразу.

Египтяне, освоившие плодородную долину Нижнего Нила, поначалу обратили свой взор на соседние области. В III — II тысячелетиях до н. э. они совершали походы в Ливию, вверх по Нилу и в загадочную страну Пунт, отваживались они и на плавания вдоль Средиземноморского и Красноморского побережий Африки.

Шумеры, обосновавшиеся в благодатной Месопотамии, уже в III тысячелетии до н. э. предпринимали морские экспедиции вокруг Аравии, но на суше не заходили далеко за пределы равнины. Знали они о горах Загроса и Ливана. Эламитам, воинственным соседям шумеров, удалось преодолеть окружающие их горы и выйти к берегам Каспия. Аналогичное открытие сделали позже (в XIII — XII вв. до н. э.) ассирийцы, мечом и огнем покорившие соседние народы: они достигли берегов Черного моря.

Европа была открыта лишь в XVI в. до н. э., и сделали это критяне, захватившие острова в Средиземном море и освоившие северное его побережье. Они же, вероятно, первыми достигли морем Гибралтара и вышли в Атлантику. Их наследники — ахейцы — в XV — XIII вв. до н. э. продвинулись на севере Средиземноморья дальше критян: на судах прошли Босфором в Черное море и добрались до Колхиды, что нашло отражение в греческом мифе об аргонавтах.

Странствующие торговцы-ахейцы пересекли африканский континент по зыбучим пескам Сахары и достигли реки Нигер. Финикийцы, превосходные мореходы и ловкие торговцы, уже не довольствовались известным до них Средиземноморьем: в XI в. до н. э. они не только выходят в Атлантику, но и продолжают исследовать ее берега. На север, вдоль Европы, они продвигаются примерно на тысячу километров. Еще более впечатляющи успехи финикийцев в южном направлении: очевидно, они первыми обошли морем африканский материк, выполняя приказ фараона Нехо.

Индийцы тоже внесли свою лепту в изучение Ойкумены. Хараппцы (XXVI — XIII вв. до н. э.), освоив Индо-Гангскую равнину, преодолели окружающие ее горы и дошли до северных предгорий Гиндукуша. Они вышли к берегам Аравийского моря, вторглись во внутренние районы полуострова Индостан, распространили свое влияние на восточные Гималаи.

В середине IV в. до н. э. огромная индийская армия прошла по восточному побережью полуострова, завершив тем самым его открытие. В III в. до н. э. древним индийцам уже известны Зондские острова, а в I в. н. э. — полуостров Индокитай.

Цивилизация, зародившаяся на Великой Китайской равнине, в течение многих столетий (XIV — V вв. до н. э.) расширяла свои владения от побережья Тихого океана до Тибетского нагорья. В III в. до н. э. китайцы захватили нижнее течение Красной реки и продвинулись в глубь Индокитайского полуострова.

На основании собранных сведений анонимный китайский географ сделал описание обширного региона на востоке Азии. В 138 г. до н. э. китайский император отправил на запад посольство во главе с Чжан Цянем. На родину он возвратился только спустя 13 лет, преодолев около 10 тыс. км. Его путь лежал через горы и пустыни Централь-

ной Азии. Впоследствии по его маршруту пройдет Великий шелковый путь, соединивший древние народы Старого Света.

В античное время в Средиземноморье возросло влияние греков. Они продолжили освоение Ойкумены и расширение ее пределов следуя путем своих предшественников. В середине VII в. до н. э. греки достигли Крыма и вышли в Азовское море. Аристей Проконесский (около VII в. до н. э.), древнегреческий поэт и путешественник, странствуя по равнинам Северного Кавказа и Нижнего Поволжья, проник даже за Урал.

Но главная заслуга древних греков состоит в создании науки о Земле — географии. Эллины, разделявшие известный им мир на части света, составили и его первую карту. Им принадлежит идея о шарообразности Земли, а также первые вычисления ее размеров. Они первыми высказали мысль о единстве Мирового океана и провели по земному шару климатические пояса. Всех их заслуг и не перечесть.

Углубили географические познания греков древние римляне. В своих завоевательных походах они завершили открытие Центральной и Западной Европы. Но после того, как империя пала под натиском варваров, центр научных знаний в раннем Средневековье перемещается на арабский Восток. Географические сочинения арабских мыслителей не только вобрали в себя античную мудрость Запада и Востока, но и обогатили ее новыми сведениями, в частности и о Древней Руси.

Неудавшаяся экспансия крестоносцев к XV в. до предела обострила отношения между христианским и мусульманским мирами. А потому европейские правители и купцы были вынуждены искать новые пути на вожделенный и загадочный Восток. Возглавили это движение пиренейские державы, яростно конкурировавшие между собой за выход к сказочно богатой Индии. «Владыки морей» той эпохи – португальцы – ценой неимоверных усилий в самом конце XV в. действительно достигают ее. На время им удается даже превратить далекий Индийский океан в свое «внутреннее море».

Однако пальму первенства по расширению Ойкумены перехватывают испанцы. Генуэзец Христофор Колумб, поступивший к ним на службу, бесстрашно пересекает Атлантику и достигает неведомых берегов. Но великий авантюрист и мечтатель умирает, так и не узнав, что открыл Новый Свет и положил начало эпохе Великих географических открытий.

На Запад отправляется все больше экспедиций. Мореплавателями обуревает жажда обогащения, они стремятся захватить и колонизировать новые земли заморских владений. Вслед за испанцами и португальцами, поделившими между собой открытые земли, в дальние плавания отправляются французы, голландцы, англичане. В поисках не известных еще континентов и островов они бороздят воды океанов, начинают проникать во внутренние области материков.

В это же время на суше русские землепроходцы стремительным маршем пересекают Сибирь и достигают Тихого океана. За короткий исторический срок (XVI — XVIII вв.) на карту мира была положена большая часть морских пространств и пригодных для жизни земель.

«Белыми пятнами» на карте XIX в. оставались лишь самые недоступные уголки Земли: Арктика, Антарктика и центральные части уже известных континентов. Часто приоритет их открытия и первого исследования принадлежал русским путешественникам.

Так, описание последнего неизвестного архипелага — Северной Земли — произвела экспедиция под руководством Г. А. Ушакова уже в 30-х гг. XX в. Позже было сделано величайшее географическое открытие: на дне океанов были обнаружены гигантские хребты.

Но жажда открытий не ослабевала. Взоры путешественников обращаются к океанским глубинам, высочайшим вершинам, таинственным пещерам — последним «белым пятнам» на планете. Правда, их покорение приобретает все более спортивный характер, и географы постепенно меняют свой профиль. Теперь им необходимо всесторонне и детально описать и объяснить Ойкумену, помочь человечеству разумно использовать ее богатства. Здесь есть над чем потрудиться. Об успехах и проблемах географии на этом пути будет рассказано в других разделах нашей книги.■

От мифов до научных гипотез

Согласно мифам народов разных стран, Земля образовалась из хаоса — «смеси всего», где нет ни верха, ни низа. Из этой смеси выделились земля, вода, небо, люди. Любопытно, что современные гипотезы также предполагают возникновение нашей планеты из неупорядоченной материи — газово-пылевого облака.

Первичный хаос во многих мифах представляется как безбрежный океан. В алтайских и бурятских мифах утка достает со дна океана комочек глины, из которого возникает Земля. Такой же мотив характерен для индуизма. Бог Вишну — олицетворение живой природы — в образе кабана бесстрашно ныряет в хаотический океан и поднимает на своих клыках затопленную Землю.

Иногда первозданный хаос предстает в образе чудовища, которое порождает Землю и Небо. В роли докосмического существа может выступать и человек. В древнеиндийской мифологии первочеловеком, от которого пошло все сущее, был Пуруша. Когда его расчленили, принеся в жертву богам, то из глаза Пуруши возникло Солнце, из ног — Земля, из дыхания — ветер, изо рта — жрецы, а из бедра — земледельцы.

Часто повторяющийся мотив — Мировое яйцо, из которого образовались Земля и Небо. В индийской мифологии из яйца, плавающего среди первородных вод, появляется Брама, а уж он создает Вселенную. Все эти представления сформировались задолго до изобретения письменности. В устной форме они передавались из поколения в поколение.

Изобретение письменности стало событием величайшего значения. В Старом Свете это произошло в пяти крупных центрах экономики, градостроительства и науки — на Крите, в Египте, Месопотамии, Индии и Китае — примерно между серединой IV и II тыс. до н. э. На глиняных табличках из Месопотамии сделаны древнейшие из дошедших до нас записи о небесных телах и их происхождении. В них зафиксирована довольно сложная система мироздания. Бог Мардук — покровитель Вавилона — создал плоскую Землю и Небо из тела Тиамат — чудовищного дракона, который жил среди первичного океана и олицетворял мировой хаос. Земной диск окружен морем, а посередине его возвышается Мировая гора. Все это находится под опрокинутой чашей твердого Неба, которая опирается на Землю. По Небу перемещаются Солнце, Луна и пять планет. Под Землей — бездна. Через это подземелье Солнце проходит ночью, продвигаясь с запада на восток, чтобы утром возобновить свой вечный бег по небесному своду.

Такая система представлений относится к середине III тыс. до н. э. Вероятно, к тому же периоду, а может быть, и более раннему принадлежат мифы

Египетская космогоническая система опиралась на культ Солнца, которое в образе бога Ра рождалось из вечного мрака и водного хаоса океана.

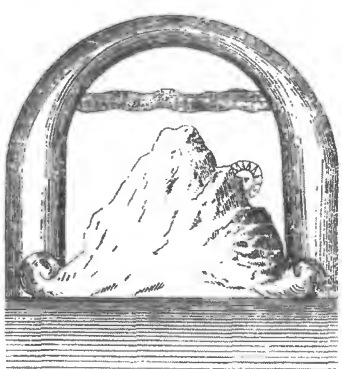
В Египте несколько богов ведали Небом и Землей. Старшим был Шу — бог воздуха. Обычно его изображали стоящим на одном колене и с поднятыми руками, поддерживающими Небо.

Нут — дочь Шу — была богиней Неба. Ее называли Великой матерью звезд, которые считались ее детьми. Ежедневно она проглатывала звезды, а потом рождала их вновь. Так происходила смена дня и ночи. Такое поведение не понравилось Гебу — богу Земли, мужу (и одновременно брату) Нут. Супруги поссорились, после чего Нут поднялась вверх, а Геб остался внизу.■

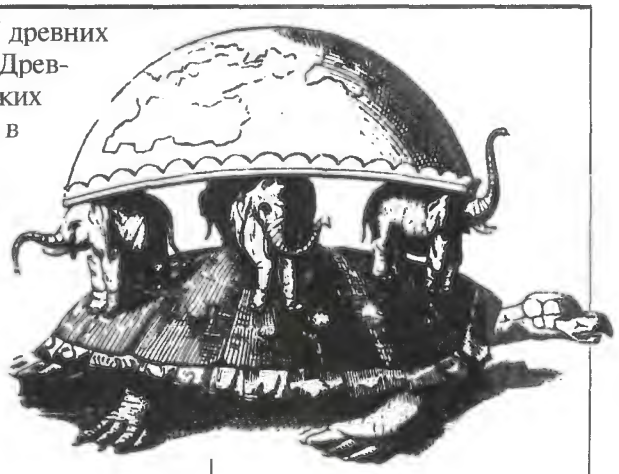


Богиня Нут поддерживает звездное Небо, слегка касаясь его кончиками пальцев. Ее окружает несколько богов, изображенных в виде фантастических существ — людей со звериными головами и птиц с человеческими головами.

По представлениям первых христиан, хрустальная сфера опирается на плоскую Землю.



о животных-великанах, которые поддерживают Землю. У древних египтян четыре слона, несущие Землю, стоят на черепахе. Древние индийцы обходятся без черепахи, а у североамериканских индейцев, наоборот, Великая черепаха не нуждается ни в чьей помощи. У японцев Землю держат три кита, а у монголов — одна лягушка. (Подобные мифы позволяли очень просто объяснять причину землетрясений: подземные толчки происходят тогда, когда существа, несущие Землю, шевелятся, чтобы принять более удобную позу.)



Слоны, стоящие на черепахе и поддерживающие Землю.

Мифы каменного века о происхождении Земли из хаоса нашли продолжение в Греции архаического периода. **Гесидор** (VIII — VII вв. до н. э.) говорил о такой последовательности событий: прежде всего во Вселенной зародился хаос, а затем широкогрудая Гея (Мать-Земля) родила для себя супруга Урана, который олицетворял у древних греков Небо. От брака Земли и Неба возникли Солнце, Луна, Океан. Таким образом, согласно Гесидору, Земля — древнейший элемент мироздания.

Своеобразную точку зрения высказал **Фалес** (625 — 547 гг. до н. э.): вода есть начало всего. Вся Вселенная у него предстает в виде жидкой массы. Внутри находится пустота — «пузырь» в форме полушария. Его вогнутая поверхность — небесный свод, а на нижней плоской поверхности плавает плоская Земля.

Согласно **Анаксимандру** (610 — 546 гг. до н. э.), плоская Земля помещена в центре Вселенной и «висит» в пространстве без всякой опоры.■

Идея о шарообразности Земли была впервые высказана около 500 г. до н. э. Эта точка зрения вытекала не из конкретных наблюдений, а из представления, что шар — самая совершенная, идеальная фигура. Вместе с Солнцем и планетами Земля вращается вокруг Центрального огня, но это движение кажущееся. Так считали сторонники Элейской философской школы, к которой принадлежал **Парменид** (около 540 – 480 гг. до н. э.).

В противоположность взглядам Элейской школы **Платон** (427 — 347 гг. до н. э.) поместил неподвижную Землю в центре Мира.

Вполне современную точку зрения высказал **Аристарх Самосский** (IV — III вв. до н. э.): Земля вместе с планетами вращается вокруг Солнца. **Геродот** (484 — 425 гг. до н. э.) был последним из крупных античных ученых, которые считали Землю плоской.

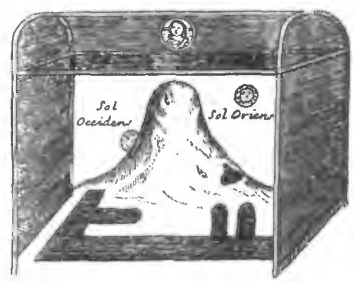
Во времена античности была впервые высказана мысль о беспредельности пространства. Число миров – бесконечно. Одни из них рождаются, другие умирают.■



На гравюре из книги Фламмариона изображена хрустальная сфера, к которой прикреплены звезды. Она словно купол накрывает плоскую Землю.

Римский философ **Лукреций Кар** (около 96 — 55 гг. до н. э.) писал:

Видим мы прежде всего, что повсюду, во всех направлениях
С той и с другой стороны
И вверху и внизу
У Вселенной нет предела...
Надо признать, что подобным же образом
Небо, Солнце, Луна,
И Земля, и моря,
И все прочие вещи
Не одиноки, но их даже больше,
Чем можно исчислить.■



*По представлениям **Козьмы Индикоплова**, византийского купца, монаха и путешественника, жившего в VI в. н. э., плоская Земля с прямоугольными очертаниями была окружена прямоугольным океаном. Шарообразность Земли решительно отвергалась. Земля вместе с Солнцем и звездами помещалась внутри шатра. Взгляды Индикоплова на мироздание были заимствованы Древней Русью.*

Греческий мыслитель-энциклопедист **Аристотель** (384 — 322 гг. до н. э.) дал остроумное объяснение шарообразности земного шара. Оно заключалось в следующем. Вода в силу своей текучести всегда стремится занять наиболее низкое положение, поэтому в океане внешняя поверхность располагается на одинаковом расстоянии от центра. Единственной фигурой с таким свойством может быть только шар.

Аристотель также пришел к выводу, что земной шар относительно невелик: «Стоит нам немного переместиться к югу или к северу, как горизонт явственно становится другим; картина звездного неба над головой значительно меняется и при переезде на север или на юг, где видны не одни и те же звезды...»■



Геоцентрическая система Мира. Рисунок из «Мировой хроники» Гартмана Шеделя (1440 — 1514). Солнце, Луна и планеты вращаются вокруг неподвижной Земли. За пределами Мира, ограниченного сферой звезд, находится рай.

«...Каменную летопись геологической истории Земли можно представить себе как сильно потрепанную книгу, у которой вырвано все предисловие, не менее одной трети первоначального текста и только в последней части сохранились страницы. Они-то и составляют приблизительно одну девятую часть всего времени существования планеты», — пишет профессор-геохимик Г. В. Войткевич.■

Полного триумфа идея шарообразности Земли достигла около 195 г. до н. э., когда был изготовлен первый в мире глобус. Его создателем стал грек **Кратес** из Пергамы (II в. до н. э.).

Первым, кто «измерил» земной шар, был **Эратосфен Киренский** (около 276 — 194). Люди давно заметили, что в день летнего солнцестояния в Сиене (современный Асуан) не бывает тени и солнечные лучи достигают дна самых глубоких колодцев. В этот день Эратосфен измерил длину тени, отбрасываемой колонной в другом городе — Александрии, и определил там же высоту солнца над горизонтом. Угол оказался равен 1/5 части меридиана (круг делили тогда на 60 частей). Этой величине соответствовало расстояние между городами – участок старинного караванного пути. Увеличив его в 50 раз, Эратосфен получил 252 тыс. стадий, или 39 690 км, что отличается от современных измерений всего на 319 км. Заметим, впрочем, что такое различие возможно в том случае, если Эратосфен использовал при расчетах египетскую стадию — 157,7 м, но эта мера длины не была общепринятой. Ионийская стадия, например, равнялась 210 м. Эратосфен был первым, кто использовал термин «география». Он первым высказал идею о возможности достичь Индии, отправившись на запад от Пиренейского полуострова.

С I в. н. э. на долгие годы установилась геоцентрическая система **Клавдия Птолемея** (около 83 — около 162). В ее арсенале были такие классические объяснения шарообразности Земли, как постепенное погружение корабля, идущего от берега, и обратная картина при движении к берегу: корабельщики видят сначала шпиль высокой башни, затем ее верхний ярус и в последнюю очередь основание. Птолемей внес огромный вклад в мировую науку. Одно из его изобретений — астролябия – инструмент, при помощи которого можно наблюдать за движением небесных тел. Составленный Птолемеем каталог содержал 1022 звезды. Труды ученого достойно завершили эпоху античной науки, а авторитет был настолько велик, что его идеи считались неопровержимыми в течение почти полутора тысячелетий. Только в XVI в. Земля «покинула» центр Вселенной.■



Раннее Средневековье характеризовалось глубоким регрессом европейской науки. Происходила реставрация ветхозаветной системы мира. Вера в антиподов (людей, которые на противоположной стороне Земли ходят вверх ногами) и в шарообразность Земли считалась ересью. Известны случаи сожжения на костре сторонников идеи шарообразности Земли.

В VIII — XIV вв. центр мировой науки переместился на Восток. В халифатах переводили на арабский язык труды Птолемея, Аристотеля и других античных авторов. Почти никто не сомневался, что Земля — шар.

В XV в. в Европе обращаются к художественному и научному античному наследию. Католическая церковь смиряется с существованием людей-антиподов. В 1492 г., в год открытия Америки, в Нюрнберге немецкий географ **Мартин Бехайм** (1459 – 1507) изготовил глобус. Это самый старый из сохра-

нившихся средневековых глобусов. Колумб, намечая маршрут своего плавания, исходил из постулата шарообразности Земли. Кстати, он до конца жизни был уверен в том, что открыл путь в Индию.

За 100 лет до Коперника **Николай Кузанский** (1401 — 1464) высказал идею о вращении Земли вокруг своей оси и вокруг Солнца. Работа же самого **Николая Коперника** (1473 – 1543) «Об обращении небесных тел» была напечатана в 1543 г. Коперник посвятил свою книгу папе римскому Павлу III. Несмотря на это, в 1616 г. она была запрещена церковью. Запрет был снят только 200 с лишним лет спустя – в 1828 г.

Решительным сторонником гелиоцентрической гипотезы стал **Джордано Бруно** (1548 — 1600). Его книга «О бесконечности, Вселенной и мирах» была опубликована в 1584 г., в ней утверждались идеи о бесконечности Вселенной и бесконечном множестве миров. Из центра Вселенной, как учила католическая церковь, Земля превращалась в планету, каких много. Эти идеи были объявлены еретическими, и инквизиция приговорила Бруно к «казни без пролития крови» — сожжению на костре. Говорят, что, когда вспыхнуло пламя, загрохотал Везувий, содрогнулась земля и зашатались стены.

С XVI в. начали уточняться представления о шарообразности Земли. В 1672 г. французский астроном **Ж. Рише** установил, что на экваторе маятник часов качается медленнее, чем в высоких широтах. Нидерландский ученый **Х. Гюйгенс** (1629 – 1695) и англичанин **И. Ньютон** (1643 – 1727) объяснили это различие разной удаленностью полюсов и экватора от центра Земли, а конкретнее – проявлением действия центробежной силы: Земля не шар, а эллипсоид, и длина дуги градуса меридиана возрастает от экватора к полюсам.

Для проверки этого предположения в XVII — XIX вв. в разных странах организовывались экспедиции, выполнявшие градусные измерения по меридиану на разных географических широтах. По современным данным, расстояние от центра Земли до полюсов на 22 км меньше, чем до экватора. Несколько сплюснут и экватор — разность наибольшего и наименьшего радиусов равна 213 м.

В XVIII в. после длительного перерыва появились новые гипотезы о происхождении Земли. Французский натуралист **Ж. Бюффон** (1707 — 1788) в книге «Теория Земли» (1749) высказал мысль, что земной шар представляет собой «осколок», оторвавшийся от Солнца при его столкновении с кометой. После этого земной шар остывал, но его ядро все еще находилось в расплавленном состоянии.

Бюффон известен и как автор «Естественной истории» в 36 томах. После его смерти было дополнительно опубликовано еще 8 томов. В научном творчестве он проявил себя как эволюционист. Он утверждал, что горные породы постепенно образуются из



Клавдий Птолемей, ведомый Астрономией, изучает звездное небо с помощью квадранта – инструмента, позволяющего определять высоту небесных светил над горизонтом и угловые расстояния между ними. Корона на голове Птолемея — символ «Короля ученых», признание его гениальности.



Персидская астрологическая рукопись 1250 г. Венера показана с лютней в руках. Рядом – Луна, находящаяся в созвездии Рака. Внизу слева направо даны аллегорические изображения Сатурна, Юпитера, Меркурия, Венеры и Марса.

В эпоху Средневековья считалось, что судьба человека определяется взаимным расположением небесных светил в момент его рождения, что в наибольшей степени оказывают воздействие Солнце, Луна, а также ближайшие к Солнцу пять планет.■



морских осадков, виды организмов изменяются, вымирают, появляются новые виды и т. д. В России сторонником этих идей был **М. В. Ломоносов** (1711 — 1765). М. В. Ломоносов был убежденным сторонником идеи меняющегося мира. Он писал: «Твердо помнить должно, что видимые телесные на земли вещи и весь мир не в таком состоянии были с начала от создания, как ныне находим, но великие происходили в них перемены, что показывает история и древняя география, с нынешнею снесенная, и случающиеся в наши веки перемены земной поверхности...» А шотландский геолог **Д. Геттон** (1726 — 1797) писал, что континенты медленно разрушаются под действием текучих вод и атмосферных осадков и уносятся в море.■

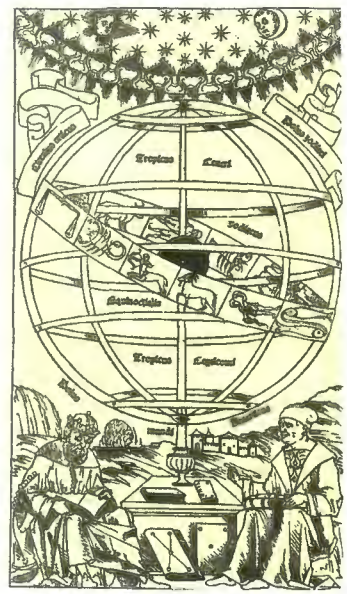
С эволюционистами соперничала другая группа ученых, которых называли катастрофистами. Из них наиболее известен **Ж. Кювье** (1769 — 1832). По его мнению, при периодически наступавших катастрофах (потопы, вулканические извержения, резкие климатические колебания и т. д.) вся флора и фауна погибали. Новый органический мир появлялся внезапно, в результате «творческого акта», после чего наступал период покоя до следующей катастрофы. Последователи Кювье — **Д'Орбиньи** (1802 — 1857) насчитал 27 катастроф в истории Земли, а **Э. де Бомон** — 32 катастрофы.

Во второй половине XVII в. была сформулирована новая гипотеза происхождения Солнца, Земли и планет Солнечной системы. Ее разработали независимо друг от друга два автора — **И. Кант** (1724 — 1804), профессор университета в Кёнигсберге (современный Калининград), и член Парижской академии наук **П. Лаплас** (1749 — 1827). И. Кант считал, что из-за постоянных изменений, происходящих на Земле, можно говорить об особой физической географии для каждого временного периода и историю природы следует рассматривать как совокупность физических географий разных времен. Кант высказал свои взгляды в книге «Всеобщая естественная история и теория неба» (1755), а Лаплас — в двухтомной работе «Изложение системы мира» (1796). По Канту и Лапласу, небесные тела Солнечной системы образовались из первичной туманности, состоявшей из пыли и газов. Это облако превосходило своими размерами планетную систему и обладало вращательным движением. При сближении частиц и их стокновениях температура туманно-

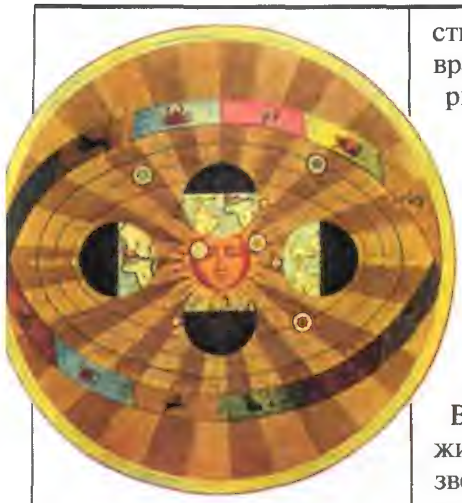


Картина, изображающая Коперника, принадлежит кисти выдающегося мастера исторического жанра польского художника Яна Матейко (1838 — 1893).

Возраст земного шара оценивается от 4 до 5 млрд. лет. В Южной Африке, в черных сланцах Трансвааля, обнаружены в ископаемом состоянии бактериоподобные существа. Жизнь зародилась в океане. Это важное событие произошло более 3 млрд. лет назад. 400 млн. лет назад живые организмы вышли на сушу.■



Глобус с поясом созвездий зодиака. Венеция, 1496. Пояс зодиака — это созвездия, расположенные по кругу, по которому совершается видимое годичное движение Солнца. Круг этот условно разделен на 12 частей — созвездия Овна, Тельцов, Близнецов, Рака, Льва, Девы, Весов, Скорпиона, Стрельца, Козерога, Водолея, Рыб. В каждом из них Солнце пребывает в течение месяца.



Гелиоцентрическая картина мира. Смена дней и ночей обьясняется вращением Земли вокруг Солнца.

В поэтической форме идея закономерности возникновения жизни на Земле была высказана американским поэтом **Уолтом Уитменом** (1819 – 1892):
«Если бы я, и вы, и все миры,
Сколько есть, и все, что на них
И под ними, снова в эту минуту
Свелись к бледной текучей туманности,
Это была бы безделица при нашем долгом пути.
Мы вернулись бы снова сюда,
Где мы стоим сейчас.
И отсюда пошли бы дальше,
Все дальше и дальше».

Интересно, что это поэтическое восприятие мира созвучно мысли современного философа, нашего соотечественника академика **Н. Н. Моисеева**, который ввел понятие мирового эволюционного процесса. Он говорил о том, что единый процесс мирового развития не игра случая, а закономерность, которая охватывает неживую природу, живое вещество и общество, причем живое вещество, и особенно человек, выступают как могучий катализатор мирового развития.■

сти повысилась, и туманность раскалилась. По мере увеличения скорости вращения от туманности отделялись сгустки вещества, каждый из которых в результате действия сил притяжения превращался в шарообразное тело — планету. Сначала все они были раскаленными, но в результате излучения тепла в космическое пространство стали остывать.

На Земле появилась твердая кора, но ее внутренняя часть все еще находится в огненно-жидком состоянии. Из центральной части туманности образовалось Солнце. Эта гипотеза была блестящей для своего времени, но некоторые ее положения с современных позиций требуют более строгого доказательства. Так, российский академик **В. И. Вернадский** (1863 – 1945) не разделял идеи об огненно-жидком состоянии Земли в прошлом.

В 1931 г. английский физик и астроном **Дж. Джинс** (1877 – 1946) изложил свою гипотезу, согласно которой мимо Солнца пронеслась другая звезда на таком близком расстоянии, что часть солнечной оболочки была «оторвана» силой притяжения звезды. Эта оторванная часть представляла собой газовую струю, которая стала вращаться вокруг Солнца и со временем распалась на ряд сгустков по числу будущих планет. Постепенно охлаждаясь, сгустки перешли в жидкое, а затем и в твердое состояние.

В 1947 г. опубликовал свою гипотезу известный полярный исследователь, российский академик **О. Ю. Шмидт** (1891 — 1956). Суть ее в том, что Солнце захватило облако холодного газово-пылевого межзвездного вещества, которое начало вращаться вокруг него. В пределах облака возникли относительно небольшие «зародыши» планет, которые стали «вычерпывать» окружающее метеоритное вещество. Образовавшаяся таким образом Земля была сначала относительно холодной, а потом разогрелась за счет радиоактивного распада. В настоящее время поступление метеоритного вещества на Землю сильно уменьшилось по сравнению с ранними этапами ее существования.

Однако этот процесс нельзя считать завершенным. Теоретически вероятны столкновения нашей планеты с небесными телами, поперечники которых измеряются километрами. Конечно, такие события будут иметь катастрофические последствия, но их повторяемость чрезвычайно мала. Метеоритная бомбардировка земного шара продолжается. Малые метеориты сгорают в атмосфере, а обладающие большой массой оставляют следы на поверхности Земли.■

Прошли тысячелетия. Человек шагнул из каменного века в век компьютеров, вырвался в космос, а его взгляды на происхождение Земли в главном не изменились. Многие мифы повествуют об образовании нашей планеты путем сгущения из хаоса первичного беспорядочно существовавшего вещества, где нет ни верха, ни низа. Однако и новейшие гипотезы имеют дело с хаосом, говоря о газово-пылевом облаке, из которого якобы сформировалась высокоорганизованная материя, живой организм.■



Так в эпоху Средневековья по Солнцу и звездам при помощи астролябии определяли координаты.



По традиционной версии, Колумб еще в 1474 г. обратился за советом относительно кратчайшего морского пути в «Индии» к **Паоло Тосканелли**, астроному и географу. Флорентиец прислал в ответ копию своего письма португальскому ученому-монаху. В этом письме Тосканелли указывал, что через океан к странам пряностей есть более короткий путь, чем тот, который искали португальцы, плавая вдоль западных берегов Африки. «Я знаю, что существование такого пути может быть доказано на том основании, что Земля — шар. Тем не менее, чтобы облегчить предприятие, отправляю... карту, сделанную мною...»

В XV в. еще никто не знал, как распределяются на Земле суша и океан. Тосканелли почти вдвое преувеличивал протяжение азиатского материка с запада на восток и соответственно преуменьшал ширину океана, отделяющего на западе Южную Европу от Китая, определяя ее в третью часть окружности Земли. Колумб сделал собственные исчисления, опираясь на некоторые астрономические и географические книги: к Восточной Азии удобнее всего плыть через Канарские острова, откуда нужно пройти на запад 4,5 — 5,0 тыс. км, чтобы достигнуть Японии. По выражению французского географа XVIII в. **Ж. Анвиля**, это была «величайшая ошибка, которая привела к величайшему открытию». ■

Королева Изабелла провожает Колумба в плавание 3 августа 1492 г.



Христофор Колумб: плавания к «Индиям»

Во второй половине XV в. в Западной Европе отмечается рост крупных городов, развивается торговля. Всеобщим средством обмена становятся деньги, потребность в которых резко увеличивается. Поэтому сильно вырос спрос на золото, что усилило стремление к «Индиям» — родине пряностей, где, казалось, и золота очень много. Но в то же время для западноевропейцев в результате турецких завоеваний становилось все труднее пользоваться старыми восточными сухопутными и морскими путями к «Индиям». Поисками южных морских маршрутов тогда занималась только Португалия. Для прочих атлантических стран к концу XV в. оставалась открытой только дорога на запад через неведомый океан.

Мысль о пути на запад через океан появилась в Европе эпохи Возрождения в связи с распространением среди сравнительно широкого круга заинтересованных лиц античного учения о шарообразности Земли, а дальние плавания стали возможны благодаря достигнутым во второй половине XV в. успехам в кораблестроении и навигации. То обстоятельство, что именно Испания первая выслала в 1492 г. на запад маленькую флотилию Христофора Колумба, объясняется условиями, которые сложились в этой стране к концу XV в. Одним из них было усиление испанской королевской власти, ранее ограниченной.

Перелом наметился в 1469 г., когда королева Кастилии Изабелла вышла замуж за наследника арагонского престола Фердинанда. Через 10 лет он стал королем Арагона. Так в 1479 г. произошло объединение самых крупных пиренейских государств и возникла единая Испания. Искусная политика укрепила королевскую власть. С помощью городской буржуазии венценосная чета обуздала непокорное дворянство и крупных феодалов. Создав в 1480 — 1485 гг. инквизицию, короли превратили церковь в самое страшное орудие абсолютизма. Недолго могло устоять под их натиском последнее мусульманское пиренейское государство — Гранадский эмират. В начале 1492 г. Гранада пала и «Объединенная Испания» вышла на мировую арену.

Заокеанская экспансия была в интересах как самой королевской власти, так и ее союзников — городской буржуазии и церкви. Буржуазия стремилась расширить источники первоначального накопления; церковь — распространить свое влияние на языческие страны. Военную силу для завоевания «языческих Индий» могло дать испанское дворянство. Это было и в его интересах, и в интересах абсолютистской королевской власти и городской буржуазии. Завоевание Гранады положило конец почти беспрерывной войне с маврами в самой Испании, войне, бывшей ремеслом для многих тысяч идальго. Теперь они сидели без дела и стали еще более опасны для монархии и городов, чем в последние годы, когда королям в союзе с горожанами при-



Христофор Колумб *(1451 – 1506).*
Спорны почти все факты из жизни Колумба, относящиеся к его юности и долголетнему пребыванию в Португалии. Можно считать установленным, что он родился осенью 1451 г. в Генуе в очень небогатой католической семье. По крайней мере до 1472 г. он жил в самой Генуе и состоял, как и его отец, в цехе шерстяников. Читал на четырех языках — итальянском, испанском, португальском и латинском.

шлось вести упорную борьбу против разбойничьих дворянских шаек. Требовалось найти выход для накопившейся энергии идальго. Выходом стала заокеанская экспансия.

Королевская казна, особенно кастильская, постоянно пустовала, а заокеанские экспедиции в Азию сулили сказочные доходы. Идальго мечтали о земельных владениях за океаном, но еще более — о золоте и драгоценностях «Китая» и «Индии», так как большинство дворян было в долгу, как в шелку. Стремление к наживе сочеталось с религиозным фанатизмом — следствием многовековой борьбы христиан против мусульман. С потрясающей силой охарактеризовал конкистадоров современник Колумба, епископ Бартоломе Лас Касас: «Они шли с крестом в руке и с ненасытной жаждой золота в сердце». «Католические короли» ревностно защищали интересы церкви лишь тогда, когда они совпадали с их личными. Колумб в этом случае не отличался от королей.■

Свой проект Колумб не раз предлагал монархам: португальскому королю Жуану II, кастильской королеве Изабелле. Но комиссии, рассматривавшие его проект, давали отрицательные заключения. Но как только он сблизился с испанским монархом, это дало результат и привело к победе. 30 апреля 1491 г. король и королева официально подтвердили пожалование Колумбу и его наследникам титула «дон» и, в случае удачи, титулов адмирала, вице-короля и губернатора.

Колумбу предоставили два корабля. Он снарядил третье судно. Команда флотилии состояла из 90 человек. Колумб поднял адмиральский флаг на «Санта-Марии», самом крупном корабле флотилии.

Состав экипажа был подобран только с целью завязать торговые сношения с нехристианским (возможно, мусульманским) государством, а не для завоевания большой страны; не исключалась, однако, возможность «приобретения» отдельных островов.



А вот как было открыто Саргассово море: «Моряки начали замечать множество пучков зеленой травы, и, как можно было судить по ее виду, трава эта лишь недавно оторвана от земли». Однако флотилия три недели продвигалась на запад через это странное водное пространство, где иногда было «столько травы, что, казалось, все море кишело ею».



Все поражало воображение мореплавателей. Так художник-очевидец изобразил ранее неведомый мир.

Король и королева стремились наладить торговую связь с «Индиями» — именно это и было основной целью первой экспедиции. Когда Колумб, вернувшись в Испанию, сообщил, что открыл на западе «Индии» и привез оттуда туземцев, он верил, что побывал там, куда его направляли и куда хотел попасть, сделал то, что обещал. Этим объясняется немедленная организация другой, на этот раз большой экспедиции.

3 августа 1492 г. Колумб вывел корабли из гавани Палоса — портового городка на побережье Кадисского залива. У Канарских островов обнаружилось, что «Пинта» дала течь. Из-за ее ремонта только в сентябре 1492 г. флотилия отошла от острова Гомеры. Первые три дня был почти полный штиль. Затем попутный ветер повлек корабли на запад, и так быстро, что моряки вскоре потеряли из виду остров Иерро. Колумб понимал, что тревога моряков будет расти по мере удаления от родины, и решил показывать в судовом журнале и объявлять экипажу преуменьшенные данные о пройденных расстояниях, верные же заносить в свой дневник. Уже 10 сентября в нем отмечено, что за сутки пройдено 60 лиг (около 360 км), а исчислено 48, «чтобы не наводить на людей страх». В начале октября матросы и офицеры все настойчивее требовали переменить курс: до этого Колумб неуклонно стремился прямо на запад. Наконец 7 октября он уступил, вероятно, опасаясь мятежа, и повернул на запад-юго-запад. Прошло еще три дня, и «люди теперь уже не могли больше терпеть, жалуясь на долгое плавание». Адмирал немного успокоил матросов, убедив их, что они близки к цели, и напомнил, как далеки от родины. Он уговаривал одних и обещал награды другим. 11 октября все свидетельствовало о близости земли. Сильное возбуждение охватило моряков. В 2 часа пополуночи 12 октября 1492 г. матрос «Пинты» вдали увидел землю. Утром открылась земля. Первый переход через Атлантический океан в субтропической зоне от Гомеры к этому острову длился 33 дня. С кораблей спустили лодки. Колумб с нотариусом и королевским контролером высадился на берег, водрузил там кастильское знамя, формально вступил во владение островом и составил об этом нотариальный акт. Индейцы называли свой остров Гуанахани, адмирал дал ему христианское имя – Сан-Сальвадор, которое закрепилось за одним из Багамских островов.■

На острове, который был назван Колумбом Сан-Сальвадор, ему подарили «сухие листья, которые особенно ценились жителями»: первое указание на табак.

Колумб обратил внимание на кусочки золота в носу у некоторых островитян. Золото якобы привозилось откуда-то с юга. Испанцы на лодках за два дня обследовали западное и северное побережье острова Гуанахани и обнаружили несколько селений.

Вдали виднелись другие острова, и Колумб убедился, что открыл архипелаг.■

12 октября 1492 г. Колумб объявляет остров Сан-Сальвадор (Багамские острова) владением Испании.



От индейцев моряки услышали о южном острове Куба, который, по их словам, очень велик и ведет большую торговлю. 28 октября Колумб «вступил в устье... очень красивой реки» (гавань Бариэй на северо-востоке Кубы). По жестам жителей Колумб понял, что эту землю нельзя обойти на судне даже за 20 дней. В этой стране никто не понимал «даже» арабского языка. Удалившись немного от моря, испанцы нашли окруженные возделанными полями селения с большими, вмещавшими сотни людей, домами, построенными из ветвей и тростника. Только одно растение оказалось знакомо европейцам — хлопчатник. Муж-



Первая встреча испанцев с индейцами.

Острова к юго-западу от Гуанахани Колумб назвал Санта-Мария-де-Консепсьон и Фердинанда. Моряки, посетившие дома островитян, видели висячие плетеные постели, привязанные к столбам. «Ложа и подстилки, на которых индейцы спят, похожи на сети и сплетены из хлопковой пряжи» (гамаки).
Впервые в истории флотов всех народов планеты адмирал ввел новшество: он приказал использовать индейские гамаки в качестве матросских коек. На ночь они подвешивались в несколько ярусов и убирались по утрам.■

У жителей Эспаньолы моряки видели тонкие золотые пластинки и небольшие слитки. Мореплавателей охватила «золотая лихорадка»: «... индейцы были так простодушны, а испанцы так жадны и ненасытны, что не удовлетворялись, когда индейцы за... осколок стекла, черепок разбитой чашки или иные никчемные вещи давали им все, что только они желали».■

Скорее всего, Португалия и Испания не стремились разделить между собой земной шар. «Папский меридиан» устанавливался только для того, чтобы кастильские суда имели право совершать открытия в западном, а португальские — в восточном направлении от этой линии.■

чины и женщины, встречавшие пришельцев, «шли с головнями в руках и с травой, употребляемой для курения». Так европейцы впервые увидели, как курят табак, а незнакомые культурные растения оказались маисом (кукурузой), картофелем и табаком.■

Корабли снова нуждались в ремонте, дальнейшее плавание на запад казалось бесцельным: Колумб думал, что достиг самой бедной части Китая, зато к востоку должна была лежать богатейшая Япония, и он повернул обратно. Испанцы бросили якорь в соседней с Бариэй бухтой Хибара, где простояли 12 дней. Во время стоянки адмирал узнал об острове Бабеке (Большой Инагуа), где люди «собирают золото прямо по побережью», и 13 ноября двинулся на восток на поиски. 6 декабря подошел к земле, о которой уже собрал сведения от кубинцев как о богатом большом острове. Это был остров Гаити; Колумб назвал его Эспаньола: там вдоль берега «тянутся прекраснейшие... долины, весьма похожие на земли Кастилии, но во многом их превосходящие». Продвигаясь вдоль северного берега Гаити, он по пути открыл остров Тортю («Черепаха»).
25 декабря из-за небрежности вахтенного моряка «Санта-Мария» села на рифы. С помощью индейцев удалось снять с судна ценный груз, пушки и припасы. На маленькой «Нинье» весь экипаж разместиться не мог, и Колумб решил часть людей оставить на острове. Это была первая попытка европейцев обосноваться в Центральной Америке.
4 января 1493 г. адмирал вышел в море и через два дня встретил у северного берега Эспаньолы «Пинту», но 12 февраля поднялась буря, а в ночь на 14 февраля «Нинья» потеряла из виду «Пинту» вновь. С восходом солнца ветер усилился и волнение на море стало еще более грозным. Никто не думал, что удастся избежать неминуемой гибели. На рассвете 15 февраля, когда ветер немного стих, моряки увидели землю, и Колумб правильно определил, что находится у Азорских островов. Через три дня «Нинье» удалось подойти к одному из островов — Санта-Марии.
24 февраля, оставив Азорские острова, «Нинья» снова попала в бурю, пригнавшую корабль к португальскому берегу недалеко от Лиссабона. 15 марта 1493 г. адмирал привел «Нинью» в Палос, в тот же день туда прибыла «Пинта». Колумб привез в Испанию весть об открытых им на западе землях, немного золота, несколько невиданных еще в Европе островитян, которых стали называть индейцами, странные растения, плоды и перья диковинных птиц.■

Фердинанд и Изабелла подтвердили все права и преимущества, обещанные генуэзцу в 1492 г. И в 1493 г. снарядили новую флотилию из 17 судов, в том числе три больших корабля. На самом большом, «Мария-Галанте», Колумб поднял адмиральский флаг. На корабли были погружены лошади и ослы, крупный рогатый скот и свиньи, виноградные лозы разных

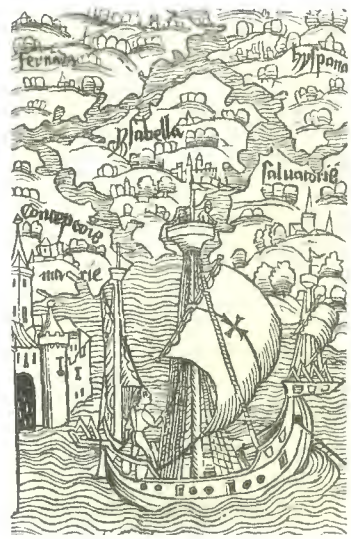


Триумфальное возвращение Колумба в Барселону в 1493 г.

сортов, семена различных сельскохозяйственных культур: никто не видел у индейцев ни скота, ни европейских культурных растений, а на Эспаньоле предполагалось организовать колонию. На Канарских островах взяли сахарный тростник и, по примеру португальцев, огромных собак, специально приученных к охоте за людьми.

От Канарских островов Колумб взял курс на юго-запад. Адмирал поймал попутный ветер — северо-восточный пассат и пересек океан в 20 дней. Этим путем стали пользоваться суда, идущие из Европы в «Западную Индию». 3 ноября показался гористый, покрытый лесом остров. Открытие произошло в воскресенье (по-испански — «доминика»), и Колумб так его и назвал. Удобной гавани там не оказалось, и Колумб повернул на север, где заметил малый низменный остров, на который и высадился. Недалеко были видны другие острова. 4 ноября Колумб направился к наибольшему из них, названному Гваделупой. От Гваделупы Колумб двинулся на северо-запад, открывая один остров за другим. Утром 15 ноября на севере открылась «земля, состоящая из сорока, а то и более островков, гористая и в большей своей части бесплодная». Колумб назвал этот архипелаг «Островами Одиннадцати тысяч дев». С этого времени они и называются Виргинскими. За три дня малые суда флотилии обошли северные острова архипелага, а большие суда — южные. Они соединились у острова Вьекес, к западу от которого открылась большая земля.

Не доходя до форта Навидад, матросы высадились на берег Эспаньолы набрать воды и нашли четыре разложившихся трупа с веревками на шее и на ногах. Один из мертвецов был бородатым, следовательно, европейцем. К форту флотилия подошла ночью 27 ноября. Колумб построил город к востоку от сожженного форта и назвал его Изабеллой (январь 1494 г.). Там появился новый враг — желтая лихорадка: большая часть людей была поражена недугом. На разведку внутрь страны адмирал отправил небольшой отряд под командой Алонсо Охеды. Через несколько дней он вернулся с известием, что внутренние части острова густо населены мирными индейцами и что там есть богатые золотые россыпи. В поисках золота 12 — 29 марта Колумб совершил поход внутрь острова Гаити, причем перевалил хребет Кордильера-Сентраль (до 3175 м, высшая точка Антильских островов). В Изабелле его ожидало неприятное известие: большая часть съестных припасов испортилась из-за влажной тропической жары. Надвигался голод, и адмирал решил оставить на Эспаньоле только пять кораблей и около 500 человек. Остальных на 12 кораблях он отправил в Испанию с «Памятной запиской» для передачи королю и королеве. Колумб сообщал своим патронам, что нашел месторождения золота, сильно преувеличивая их запасы, а также «признаки и следы всевозможных пряностей».■



Высадка Колумба на Эспаньоле в 1494 г.

Что касается показаний аравакoв, страдавших от набегов карибов, то некоторые историки и этнографы XIX в. не считали свидетельства о людоедстве заслуживающими доверия. Они подчеркивали, то колонизаторы сознательно преувеличивали в своих сообщениях «кровожадность» карибов, чтобы оправдать массовое обращение в рабство или истребление жителей Малых Антильских островов. Российские этнографы допускают, что у карибов, как и у других народов, в период перехода от матриархата к патриархату, существовало людоедство, как военный обычай: они верили, что отвага, сила, быстрота и прочие воинские доблести врага перейдут к тому, кто съест его сердце или мышцы рук и ног.■

Во второй экспедиции, как, впрочем, и в первой, Колумб показал себя выдающимся мореходом и флотоводцем: впервые в истории мореплавания разнотипные суда без потерь пересекли Атлантику и прошли через лабиринт Малых Антильских островов, изобилующий мелями и рифами, не имея даже намека на карту.■





Берег Эспаньолы. Набросок Колумба.

«Памятная записка» — тяжелый обвинительный документ против Колумба, характеризующий его как инициатора массового обращения в рабство индейцев, как ханжу и лицемера: «...Забота о благе для душ каннибалов и жителей Эспаньолы привела к мысли, что чем больше доставят их в Кастилию, тем лучше будет для них... Их высочества соблаговолят дать разрешение и право достаточному числу каравелл приходить сюда ежедневно и привозить скот, продовольствие и все... необходимое для заселения края и обработки полей... Оплату же... можно производить рабами из числа каннибалов, людей жестоких... хорошо сложенных и весьма смышленых. Мы уверены, что они могут стать наилучшими рабами, перестанут же они быть бесчеловечными, как только окажутся вне пределов своей страны».■



Оставив гарнизон в Изабелле под начальством младшего брата Диего, адмирал 24 апреля 1494 г. повел три небольших корабля на запад «открывать материковую землю Индий». Обогнув мыс Кемадо, он двинулся вдоль юго-восточного побережья Кубы. Общая длина открытого им южного кубинского побережья составила около 1700 км. К счастью, 19 августа установилась хорошая погода, и 20 августа Колумб пересек пролив Ямайка и подошел к юго-западному выступу Эспаньолы. 40 дней он обследовал побережье этого острова, еще не посещенное испанцами, и только 29 сентября вернулся в город Изабеллу, истомленный и тяжелобольной.



Золото, которое так манило мореплавателей.

Доходы от покоренных земель оказались незначительными по сравнению с издержками экспедиции — и короли нарушили договор с Колумбом. В 1495 г. был издан указ, разрешающий всем кастильским подданным переселяться на новые земли, если они будут вносить в казну две трети добытого золота; правительство же обязывалось только снабжать переселенцев съестными припасами на год. Тем же указом разрешалось любому предпринимателю снаряжать корабли для новых открытий на западе и для добычи золота (за исключением Эспаньолы). Встревоженный Колумб 11 июня 1496 г. прибыл в Испанию лично отстаивать свои права. Он привез документ о том, что достиг азиатского материка, за который он принимал, или делал вид, что принимает, остров Кубу. Он утверждал, что нашел в центре Эспаньолы чудесную страну Офир, откуда библейский царь Соломон получал золото. Он снова очаровал королеву речами и добился обещания, что никто, помимо него и его сыновей, не получит разрешения на открытие земель на западе. Но вольные переселенцы стоили казне очень дорого, тогда Колумб предложил населить свой «земной рай» уголовными преступниками — ради дешевизны. И по королевскому указу испанские суды начали ссылать преступников на Эспаньолу, сокращая им наполовину срок наказания.■

С величайшим трудом Колумбу удалось добыть средства на снаряжение третьей экспедиции, далеко не такой внушительной, как вторая, — шесть небольших кораблей, около 300 человек команды. Мало нашлось в Испании охотников добровольно отправиться в «Западную Индию» с адмиралом-«неудачником». И Колумб попросил королей открыть двери тюрем для вербовки среди преступников недостающих колонистов.

Флотилия, возглавляемая Колумбом, вышла из устья Гвадалквивира 30 мая 1498 г. Не понимая, почему до сих пор он не встречал в своей «Индии» огромных природных богатств, Колумб посоветовался с ученым-ювелиром и по его указанию решил держаться ближе к экватору. У острова Иерро адмирал разделил флотилию: три корабля он послал пря-



2 августа 1498 г. с востока к мысу Ареналь подошел большой челн с 24 воинами с Тринидада. «Они были молоды и хорошо сложены, кожей не черны, белее всех, кого я видел в «Индиях», стройны и телом красивы. Волосы у них длинные и мягкие, остриженные по кастильскому обычаю, а головы повязаны платками из хорошо обработанной разноцветной хлопковой пряжи... Некоторые были опоясаны этими платками... У меня не было ничего, что могло бы... побудить их подойти к кораблям. Поэтому я распорядился вынести... тамбурин и приказал молодым матросам плясать... Но как только они услышали музыку и увидели танцующих, все они оставили весла, взяли в руки луки и... принялись осыпать нас стрелами... и я приказал разрядить по ним арбалеты. Они отплыли...» (из записных книжек Колумба).■

мо к Эспаньоле, три других повел к Островам Зеленого Мыса. Оттуда он взял курс на юго-запад, «намереваясь достичь линии экватора и далее следовать к западу, до тех пор пока остров Эспаньола не останется к северу». 13 июля, по определению адмирала, корабли достигли 5° с. ш. (в действительности — 9°30′ с. ш.). «Здесь ветер стих и начался такой великий зной, — писал Колумб королям, — что мне казалось — сгорят и корабли, и люди на них». Штиль продолжался более недели — 22 июля подул попутный ветер, и адмирал решил «следовать все время на запад на линии Сьерра-Леоне», пока не откроется земля.

«31 июля матрос с мачты адмиральского корабля увидел на западе землю... (похожую) на три скирды или три холма». Это был большой остров, и Колумб дал ему имя Тринидад («Троица»).■

При попутном ветре суда прошли пролив Бока-де-ла-Сьерпе («Пасть змеи»). К северу от него воды были спокойны. Случайно зачерпнув воду, Колумб нашел, что она пресная. Он плыл на север, пока не дошел до высокой горы (Патао — 1010 м) на востоке гористого полуострова Пария, отделяющего залив Пария от Карибского моря. Чем дальше на запад шел Колумб вдоль южного берега Земли Грасия (полуострова Пария), тем все более пресной становилась вода. На побережье росло много незнакомых испанцам фруктовых деревьев, на их ветвях резвилась масса обезьян. Испанцев удивляли мангровые заросли, поднимавшиеся «прямо» из моря. Там, где полуостров расширяется, а горы отступают к северу, суда бросили якорь.■

Высадившихся испанцев индейцы приняли очень радушно. Адмирал полагал, что Грасия — остров, но напрасно искал выхода из залива в западном направлении, следуя вдоль его берегов. А море стало уже опасно мелким. И адмирал направил самое маленькое из своих трех судов — каравеллу «Коррес» — дальше на запад; там оказался тупик. Тогда испанцы пошли на юго-восток вдоль берега, мимо трех бухт «средней величины» — устья рек Рио-Гранде, Гуанип и Сан-Хуан — и достигли четвертой бухты, в которую «впадала огромная река. Глубина в реке была пять локтей, вода пресная, и текла она в огромном количестве». Судя по описанию, они открыли западный рукав дельты Ориноко. Так разъяснились те странные явления, которые наблюдал адмирал, — водовороты в проливах от встречи морских течений с потоками речной воды, пресная вода в заливе. Зато возникло другое тяжелое недоумение: где и как могла образоваться такая могучая река? Болезнь и порча припасов не позволяла Колумбу оставаться дольше у берегов этой странной земли, которую он сначала окрестил «Грасия», а потом изменил название на «Земля Пария». Адмирал решил скорее добраться до Санто-Доминго. Воспользовавшись попутным ветром, 12 августа он благополучно вывел свои суда через «Пасти Дракона» в открытое море.■



Пленение Колумба в 1500 г. во время третьей экспедиции.

Совершив первое пересечение Карибского моря, адмирал прибыл 20 августа 1498 г. на Эспаньолу и застал там полный развал. Идальго отказались признавать власть начальников, назначенных Колумбом. Королевская казна продолжала получать ничтожные доходы от новой колонии. А в это время португалец Васко да Гама открыл морской путь в подлинную Индию (1498), завязал с нею торговлю и вернулся на родину с грузом пряностей (1499). Земли, открытые Колумбом, — теперь это было уже очевидно, — не имели ничего общего с богатой Индией. Сам Колумб казался болтуном и обманщиком. На него посылались новые доносы, обвинения в утайке королевских доходов. В 1499 г. короли отменили монополию Колумба на открытие новых земель, чем немедленно воспользовалась часть его спутников, ставших соперниками.



В 1500 г. на Эспаньолу был отправлен с неограниченными полномочиями Франсиско Бовадилья. Адмирал должен был сдать ему все крепости, корабли, лошадей, оружие и запасы. Бовадилья захватил в руки всю власть, поселился в доме Колумба, завладел его вещами и документами, деньгами, выплатил всем колонистам задержанное жалованье. Он стал всеобщим любимцем, когда разрешил каждому испанцу добывать золото в течение 20 лет с уплатой в казну лишь седьмой части добычи (вместо прежней трети). Он арестовал адмирала, его братьев – Бартоломе и Диего – и заковал их в кандалы.

После двухмесячного следствия Бовадилья пришел к заключению, что Колумб был человек «жестокосердный и неспособный управлять страной», и отправил трех братьев в кандалах в Испанию. В октябре 1500 г. корабль вошел в гавань Кадиса. Однако заинтересованные влиятельные финансисты сумели «мобилизовать общественное мнение» в пользу разжалованного и униженного адмирала. Короли приказали освободить Колумба, письменно выразили ему свое сочувствие, обещали восстановить в правах, но не выполнили этого.■

Во время четвертого плавания Колумб открыл материк к югу от Кубы, т. е. берег Центральной Америки на протяжении около 2200 км, и доказал, что огромный барьер отделяет в тропиках Атлантический океан от Южного моря, о котором он слышал от индейцев. Он первый поведал о народах высокой культуры, живущих у Южного моря и где-то на западе от Ямайки. И наконец, он дважды пересек Карибское море в западной полосе, еще не посещенной европейцами.■

30 июля 1502 г. у северного берега Гондураса испанцы открыли островок Бонака (Гуанаха). Вдали на юге виднелись горы. Колумб решил, что там — материк, и на этот раз не ошибся. У жителей островов не было ничего ценного. Они казались дикарями. Колумб не придал большого значения этой

Во время плавания в 1502 г. тяжелобольной Колумб, лежа на койке, обессиленный недугом, обдумывал значение своих новых открытий. Из письма, которое он несколько недель составлял для королей, видно, как замечательные догадки путались в его уме с фантастикой. Масса пресной воды в заливе Пария свидетельствовала о существовании впадающей в него мощной реки, которая могла образоваться только на материке: «Я убежден, что эта земля величайших размеров и что на юге есть еще много иных земель, о которых нет никаких сведений». Но что это был за материк? И тут с совершенно верным выводом переплетался мистический бред: Колумб утверждал, что подошел к земному раю. Он заявлял, что земное полушарие, куда он проник, «представляет собой (как бы) половину круглой груши, у черенка которой имеется возвышение, подобное соску женской груди, наложенному на поверхность мяча, что места эти наиболее высокие в мире и наиболее близкие к небу»: «Оттуда, вероятно, исходят воды, которые... текут в места, где я нахожусь. И если река эта не вытекает из земного рая, то я утверждаю, что она исходит из обширной земли, расположенной на юге и оставшейся до сих пор никому не известной...», т. е. течет по неизвестному южному материку, северное побережье которого он открыл примерно на 500 км.■



Не только островитяне, но и животные встречали мореплавателей настороженно.

встрече с представителями из другого культурного мира — из страны народа майя, живущего на полуострове Юкатан. Но у индейцев в пироге не было золота и драгоценностей, а когда им показали золотые предметы, они протягивали руку на юг. На юг мечты влекли и Колумба: именно там он рассчитывал открыть проход в моря, омывающие подлинную Индию.

Колумб двигался вдоль берега к востоку против сильного ветра и течения. Корабли давали течь, снасти и паруса были изорваны. Экипаж выбился из сил, а якорной стоянки из-за довольно больших глубин обнаружить не удалось. Позднее Колумб писал: «Болезнь сына, который находился со мной, терзала мою душу... Я тяжело захворал и не раз был близок к смерти».

За 40 дней суда продвинулись от мыса Кашинас всего лишь на 350 км к востоку. 14 сентября за мысом берег круто повернул прямо на юг. Ветер дул благоприятный, течение стало попутным. И Колумб назвал этот мыс Грасьяс-а-Дьос («Слава Богу»). На юге тянулось плоское и низменное побережье с широкими речными устьями и большими лагунами. Теперь суда шли вдоль Москитового берега Никарагуа гораздо быстрее: за две недели — около 500 км. Там, где взморье повернуло на юго-восток, 25 сентября они стали на якорь. Для исследования местности адмирал направил вооруженный отряд, вскоре вернувшийся с сообщением о большом количестве обезьян, «оленей» (очевидно, тапиров), смешных индюшкоподобных птиц и крупных кошек — первое указание на ягуаров. Индейцы часто подходили к кораблям; моряки видели у них золотые пластинки и другие украшения из золота и получали иногда их в обмен на безделушки. Колумб назвал этот берег «Золотым»; более позднее название — Коста-Рика.■

5 октября 1502 г. он двинулся дальше на юго-восток и к вечеру решил, что нашел желанный пролив, а это был всего лишь канал, ведущий в небольшой залив; за ним испанцы обнаружили другой залив — лагуну Чирики и 10 дней простояли там. От индейцев страны Верагуа (Панама) адмирал узнал, что находится на берегу узкой полосы земли между двумя морями, но путь к Южному морю преграждают высокие горы. 17 октября флотилия направилась далее к юго-востоку, но вскоре берег начал отклоняться к северо-востоку: Колумб открыл залив Москитос; здесь испанцы обменяли три бубенчика на 17 золотых кружков. Ветер и мощное встречное течение сильно мешали дальнейшему продвижению на восток. От непрерывных дождей суда начали гнить, они были попорчены червоточиной и сильно потрепаны бурями. Колумб в конце ноября повернул обратно.■

5 декабря он бросил якорь в Портобело, но вскоре оставил и это пристанище: Рождество и Новый, 1503 год испанцы встретили в бухте, ставшей более чем через 400 лет северным входом в Панамский канал. Возможность совершить великое открытие была пропущена. От Тихого океана его отделяли всего 65 км. На этой стоянке флотилия не задержалась надолго — в поиске пункта для отдыха команды и ремонта обветшалых судов Колумб прошел еще дальше к юго-западу и 6 января 1503 г. бросил якорь в устье реки, в гавани, названной им Белен (Вифлеем). Простояв в Белене почти 3,5 месяца и потеряв одно судно, 16 апреля 1503 г. Колумб вышел в море и двинулся на восток. 1 мая испанцы достигли мыса Тибурон.



Месса на острове Пинос.

Одним из первых в Испании получил разрешение на новые открытия в западной полосе Атлантического океана штурман Педро Алонсо (Пералонсо) Ниньо, участник трех экспедиций Колумба. Он отплыл в начале июня 1499 г., а уже в начале июля судно прошло через «Пасть Змеи» в залив Пария. Через «Пасти Дракона» он вышел в Карибское море и первым ступил на остров Маргарита, где закупил очень много жемчуга. Затем испанцы обогнули полуостров Арая, завершив его открытие, высадились на материк и в августе обнаружили залив Карьяко.

Успешные торговые операции продолжались в сентябре и октябре; за это время моряки проследовали на запад вдоль берега, получившего название Жемчужного благодаря богатому «урожаю» жемчуга. Ниньо выяснил, что западнее лежит страна, где можно достать золото, и испанцы не отказались от возможности овладеть им. Они продвинулись до мыса Кодера, открыв участок Жемчужного берега длиной 300 км, а затем в течение ноября и декабря шли на запад и занимались выгодными сделками.■



Предки североамериканских индейцев были охотниками.

Убедившись, что этот район в 1501 г. уже посещали европейцы, адмирал круто повернул на север, к Ямайке: ему стало ясно, что и далее к востоку пролива нет. Однако течения несли суда к западу, и через 10 дней показалась группа небольших необитаемых островов — Малые Кайманы, к северо-западу от Ямайки. А затем после упорной борьбы с противными ветрами и течениями, когда корабли были так повреждены, что едва держались на плаву, моряки достигли Ямайки.■

29 июня 1504 г. Колумб навсегда покинул Ямайку. На короткий путь до Эспаньолы ему из-за ветров пришлось потратить более 1,5 месяца. Овандо встретил адмирала с почестями. 12 сентября 1504 г. братья Колумба оставили Эспаньолу. Буря за бурей преследовали одинокий корабль, лишившийся грот-мачты, но все же 7 ноября 1504 г. он вошел в устье Гвадалквивира.

Тяжелобольной Колумб не забывал о тех, кто делил с ним несчастья на Ямайке, настаивал на уплате им жалованья: «Они испытали невероятные опасности и лишения... и они бедны...» Однако со смертью Изабеллы (26 ноября 1504 г.) Колумб потерял всякую надежду на восстановление своих прав. Великий мореплаватель умер 20 мая 1506 г. Смерть его была незамечена современниками.

Географические результаты четырех плаваний Колумба были несомненны: он первый пересек Атлантический океан в субтропической и тропической полосе Северного полушария и первый из европейцев плавал в американском «Средиземном» море. Он положил начало открытию материка Южной Америки и перешейков Центральной Америки. Суммарная длина прослеженной им в третьем и четвертом плаваниях береговой черты составила не менее 2700 км. Он обнаружил все Большие Антильские острова — центральную часть Багамского архипелага, Малые Антильские острова, от Доминики до Виргинских включительно, а также ряд мелких островов в Карибском море и остров Тринидад у берегов Южной Америки.

Открытия Колумба получили признание только в середине XVI в. после завоевания Мексики, Перу и северных индийских стран, когда грузы награбленного золота и целые «серебряные флотилии» стали поступать в Европу.■



Так изобразили мексиканцы приход белых завоевателей на свою землю. Цивилизацию древних народов уничтожали огнем и мечом.



Почти все здоровые моряки разбрелись по Ямайке, грабя селения и насилуя женщин. Небольшая часть оставшихся с Колумбом, истощенных болезнями и лишениями, старались мягко обращаться с индейцами, чтобы те не прекратили доставку продуктов. Только в конце июня 1504 г., когда Колумб, по его словам, потерял всякую надежду выбраться живым с Ямайки, туда прибыл корабль, купленный и снаряженный Мендесом за счет адмирала.■

В конце 1504 г. больной Колумб писал старшему сыну о болезни, мешавшей ему отправиться ко двору, о нужде в деньгах, так как он истратил все доходы на товарищей. Только в мае 1505 г. он смог уехать в Сеговию, где тогда находился двор. Фердинанд предложил провести третейский суд для разбора взаимных претензий. Адмирал соглашался на суд только для определения размера доходов, причитавшихся ему, но не для обсуждения его прав и привилегий. Прошел год, но дело Колумба было в том же положении.■

Васко да Гама: открытие морского пути в Индию







Португальские океанские корабли XVI в.

После открытия испанскими экспедициями Колумба «Западной Индии» португальцам нужно было спешить, чтобы закрепить за собой «права» на Восточную Индию. В 1497 г. была снаряжена эскадра для разведки морского пути из Португалии — вокруг Африки — в Индию.

8 июля 1497 г. флотилия под командованием Васко да Гама вышла из Лиссабона и прошла, вероятно, до Сьерра-Леоне. Оттуда Гама по совету бывалых мореходов, чтобы избежать противных ветров и течений у берегов Экваториальной и Южной Африки, двинулся на юго-запад, а за экватором повернул на юго-восток. Более точных данных о пути Гамы в Атлантике нет, а предположения, будто он подходил к берегу Бразилии, основаны на маршрутах позднейших мореплавателей.

После почти четырех месяцев плавания 1 ноября португальцы усмотрели на востоке землю, а через три дня вошли в широкую бухту, которой дали имя Святой Елены (Сент-Хелина), и открыли устье реки Сантьягу (теперь Грейт-Берг). Обогнув южную оконечность Африки, суда стали на якорь в «Гавани пастухов». Моряки вели себя мирно, открыли «немой торг» и за красные шапки и бубенцы получили от пастухов быка и браслеты из слоновой кости.

К концу декабря 1497 г. к религиозному празднику Рождества португальские суда, шедшие на северо-восток, находились приблизительно против высокого берега, названного Гамой Натал («Рождество»). 11 января 1498 г. флотилия остановилась в устье какой-то реки. Когда моряки высадились на берег, к ним подошла толпа людей, резко отличавшихся от тех, которых они встречали на побережье Африки. Моряк, живший раньше в стране Конго и говоривший на местном языке банту, обратился с речью к подошедшим, и те его поняли (все языки семьи банту сходны). Страна была густо населена земледельцами, обрабатывающими железо и цветные металлы: моряки видели у них железные наконечники на стрелах и копьях, кинжалы, медные браслеты и другие украшения. Португальцев они встретили очень дружелюбно, и Гама назвал эту землю «Страной добрых людей».





Продвигаясь на север, суда 25 января вошли в лиман, куда впадало несколько рек. Жители и здесь хорошо приняли чужеземцев. На берегу появились два вождя, носившие шелковые головные уборы. Они предлагали морякам набивные ткани с узорами, а сопровождавший их африканец сообщил, что он видел уже корабли, похожие на португальские. Его расподозрительные португальские короли остерегались прославленных мореплавателей. Поэтому начальником новой экспедиции стал ничем ранее себя не проявивший придворный знатного происхождения **Васко (Вашку) да Гама**, на которого, по невыясненным причинам, пал выбор короля Мануэла I. В распоряжение Гамы он предоставил три судна: два тяжелых корабля (нау) — «Сан-Габриэл», на котором Васко поднял адмиральский флаг, «Сан-Рафаэл» и легкую быстроходную каравеллу «Берриу». Кроме того, флотилию сопровождало транспортное судно с припасами. Главным штурманом шел выдающийся моряк Перу Аленкер. Экипаж всех судов состоял из 140 — 170 человек, сюда входили 10 — 12 уголовных преступников: Гама выпросил их у короля, чтобы использовать для опасных поручений.■

сказ и наличие товаров, несомненно азиатского происхождения, убедили Гаму в том, что он приближается к Индии. Он назвал лиман «Рекой добрых предзнаменований» и поставил на берегу падран — каменный гербовый столб с надписями, который ставился с 80-х гг. XV в. португальцами на африканском побережье в важнейших пунктах. С запада в лиман впадает Кваква — северный рукав дельты Замбези.

Месяц португальцы стояли в устье Кваквы, ремонтируя суда. 24 февраля флотилия вышла из лимана, достигла порта Мозамбик и далее пошла на север. Через неделю флотилия подошла к портовому городу Момбаса. Выйдя из Момбасы, Гама задержал в море арабское доу, разграбил его и захватил 19 человек. 14 апреля он стал на якорь в гавани Малинди.

Местный шейх дружелюбно встретил Гаму, так как сам враждовал с Момбасой. Он заключил с португальцами союз против общего врага и дал им надежного старика лоцмана Ибн Маджида, который должен был довести их до Юго-Западной Индии. С ним португальцы вышли 24 апреля из Малинди. Ибн Маджид взял курс на северо-восток и, пользуясь попутным муссоном, довел суда до Индии, берег которой показался 17 мая. Увидев индийскую землю, Ибн Маджид отошел подальше от опасного берега и повернул на юг. Через три дня показался высокий мыс, вероятно, гора Дели. Тогда лоцман подошел к адмиралу со словами: «Вот она страна, к которой вы стремились». К вечеру 20 мая 1498 г. португальские суда, продвинувшись к югу около 100 км, остановились на рейде против города Каликут (ныне Кожикоде).■

Экспедиция Гамы не была убыточной для короны, несмотря на потерю двух судов: в Каликуте удалось приобрести пряности и драгоценности в обмен на казенные товары и личные вещи моряков, немалый доход принесли пиратские операции Гамы в Аравийском море. Но, конечно, не это вызвало ликование в Лиссабоне среди правящих кругов. Экспедиция выяснила, какие огромные выгоды может принести для них непосредственная морская торговля с Индией при надлежащей экономической, политической и военной организации дела. Открытие для европейцев морского пути в Индию было одним из величайших событий в истории мировой торговли. С этого момента и до прорытия Суэцкого канала (1869) основная коммерция Европы со странами Индийского океана и с Китаем шла не через Средиземное море, а через Атлантический океан — мимо мыса Доброй Надежды. Португалия же, державшая в своих руках «ключ к восточному мореходству», стала в XVI в. сильнейшей морской державой, захватила монополию торговли с Южной и Восточной Азией и удерживала ее 90 лет — до разгрома Непобедимой армады (1588).■



Ни ропот, ни просьбы команды не поколебали решение Васко да Гама идти вперед.

Паулу да Гама, брат Васко, был смертельно болен. Васко, очень привязанный к нему (единственная человеческая черта его характера), хотел, чтобы брат умер на родной земле. Он перешел у острова Сантьягу с «Сан-Габриэла» на нанятую им быстроходную каравеллу и пошел к Азорским островам, где Паулу умер. Похоронив его, Васко к концу августа прибыл в Лиссабон. Из четырех его судов вернулось только два, из команды — менее половины. Позже он многократно водил португальские корабли в Индию и составил описание маршрута, включающее характеристику берегов Африки — не только крупных заливов и бухт, но устьев рек, мысов и даже отдельных заметных пунктов побережья. Этот труд по детальности превзойден лишь в середине XIX в. «Африканской лоцией» Британского адмиралтейства.■

***Васко да Гама** (1497 – 1524).*





***Эрнан Кортес** (1485 – 1547). Принадлежал к знатной семье из Эстремадуры.*

Вот как, по словам очевидца, основывали конкистадоры города в Новой Испании: «Избрали мы управителей города, на рынке водрузили позорный столб, за городом построили виселицу...» Итак, крест, позорный столб, виселица — вот три орудия освоения конкистадорами новых стран. У испанцев было огромное преимущество перед мексиканцами: огнестрельное оружие, железные доспехи, боевые кони.■

Ацтеки верили, что бог Кецалькоатль, когда-то покинувший их, однажды вернется. И когда Кортес появился в Мексике, его приняли за божество.



Эрнан Кортес: завоевание Мексики

Для завоевания Мексики испанский флот снарядил наместник Кубы Диего Веласкес. Во главе экспедиции он поставил Эрнана Кортеса, «видного идальго» из Эстремадуры, щеголя и мота. «Денег у него было мало, зато долгов много». Он набрал отряд в 508 человек, взял с собой несколько пушек и 16 лошадей; на них он возлагал большие надежды, так как мексиканцы никогда не видели этих «страшных» животных и вообще не знали домашнего скота.

10 февраля 1519 г. девять кораблей Кортеса к «золотой стране» повел Антон Аламинос. На острове Косумель, где был храм, почитаемый народом майя, Кортес выступил в роли апостола христианства. По его приказу языческие идолы были разбиты, капище превращено в христианский храм. Первая схватка с индейцами произошла на южном берегу залива Кампече, в стране Табаско. Сломив их сопротивление, Кортес послал три отряда внутрь страны. Встретив крупные военные силы, они отступили с большим уроном. Кортес направил против наступающих все войско.



Всадник на коне. Начало XVI в.

Индейцы сражались с большой отвагой и не боялись даже пушек. Тогда Кортес ударил с тыла своим небольшим кавалерийским отрядом. «Никогда еще индейцы не видели лошадей, и показалось им, что конь и всадник – одно существо, могучее и беспощадное». От Табаско флотилия прошла до острова Сан-Хуан-де-Улуа. 21 апреля испанцы высадились на берег материка и, чтобы обеспечить тыл, построили город Веракрус.

Монтесума, верховный вождь ацтеков, пытался подкупить испанцев, чтобы они отказались от похода на его столицу. Но чем больше он дарил конкистадорам золота и драгоценностей, тем сильнее стремились они овладеть Теночтитланом. Монтесума действовал нерешительно: приказывал подвластным ему вождям с оружием в руках сопротивляться испанцам, а при неудаче не оказывал им помощи, даже отрекался от них. Наконец он согласился впустить испанцев в Теноч-



Первая встреча Кортеса и Монтесумы.

Столица Теночтитлан была построена на острове, в центре огромного искусственного (соленого) озера, окруженного большими городами и селениями. Эта местность, прекрасно возделанная, густонаселенная, красиво застроенная, буквально ослепила испанцев. У ворот столицы пришельцев встретил сам Монтесума с блестящей свитой: «...мы не верили глазам своим. С одной стороны, на суше — ряд больших городов, а на озере — ряд других... и перед нами великий город Мехико, а нас — нас только четыре сотни солдат! Были ли на свете такие мужи, которые проявили бы такую дерзкую отвагу?»

И вот по всем дамбам в течение трех суток потянулась вереница... живых скелетов, еле волочащих ноги, неслыханно грязных и оборванных, распространявших вонь. Когда «исход» прекратился, Кортес послал людей на разведку в город. Среди трупов они находили больных и слабых, не имевших сил подняться. Вода в колодцах была солоноватая и горькая. Горожане к концу осады питались кореньями, которые выкапывали на улицах, площадях и во дворах, и корой деревьев. «И все же никто не покусился на мясо мексиканца: врагов они ели, своих же никогда».■

Ацтекская скульптура, изображающая бога ветра.



титлан. Испанцы разместились в огромном здании. Обшаривая помещение, они нашли замурованную дверь. Кортес приказал вскрыть ее и обнаружил потайное помещение с богатейшим кладом из драгоценных камней и золота. Но испанцы видели, что они заперты и окружены врагами в огромном городе, и решили захватить самого Монтесуму в качестве заложника. Монтесуму же для острастки временно заключили в оковы. От его имени Кортес стал с этого времени самовольно распоряжаться во всей стране. Он заставил вождей ацтеков присягнуть испанскому королю, а затем потребовал от них, как от вассалов, уплаты дани золотом.

Среди завоевателей Испании начались раздоры из-за дележа награбленного. А в это время почти вся Мексика восстала (1520). За пять дней погибли, утонули, убиты и взяты в плен, а затем принесены в жертву около 900 испанцев и 1300 их союзников-индейцев.

Испанцев выручили тласкальцы, боявшиеся мести ацтеков. Они дали завоевателям возможность оправиться от разгрома, выделили им в помощь несколько тысяч воинов. Опираясь на них, Кортес совершил карательные экспедиции против индейцев.■

Пополнив отряд людьми и снаряжением, Кортес с 10 тыс. дружественных ему индейцев в 1521 г. начал новое планомерное наступление на Теночтитлан. Он приказал построить большие плоскодонные суда, чтобы завладеть озером, окружить и взять измором столицу ацтеков. Он запретил окрестным племенам посылать часть урожая в виде дани в Мехико и оказывал им помощь, когда отряды ацтеков приходили за данью. Он разрешил тласкальцам грабить ацтекские селения. Мексика была покорена. Победители захватили все сокровища, собранные ацтеками в городах, и заставили коренное население работать во вновь организованных испанских поместьях. Часть была обращена в рабство, но и остальные закрепощенные индейцы фактически стали рабами. Сотни тысяч убитых или умерших от изнурения, голода и заразных болезней, занесенных конкистадорами, — вот страшный итог испанского завоевания страны.

После падения Мехико Кортес разослал отряды во все стороны для расширения границ Новой Испании, а сам завоевал коренную область ацтеков — бассейн реки Пануко. По возвращении в Мексику Кортес приступил к исследовательской деятельности, снарядив семь экспедиций. Кортес, возглавивший четвертую (1535 — 1536), открыл горы Западная Сьерра-Мадре и 500 км материкового берега Калифорнийского залива. Пятая (1537 — 1538) проследила это побережье к северу еще на 500 км. Шестая (1536 — 1539) под командой Грихальвы выполнила первое пересечение Тихого океана почти по экватору. Руководитель седьмой (1539 — 1540) Франсиско Ульда завершил открытие восточного взморья Калифорнийского залива.■



Осада города Теночтитлан.

Америго Веспуччи и происхождение названия «Америка»

Веспуччи не был начальником ни одной экспедиции или хотя бы капитаном какого-либо испанского или португальского корабля. Неизвестно, какие обязанности он выполнял, плавая к берегам Нового Света. Только в двух случаях точно установлено, под чьим начальством он находился. Большинство историков сомневаются, действительно ли он совершил плавания, о которых сам рассказывал. Как же случилось, что в честь Америго назван двойной западный материк?

Мировая слава Веспуччи основана на двух сомнительных письмах, составленных в 1503 и 1504 гг., переведенных вскоре на ряд языков и опубликованных тогда же в нескольких странах. Оригиналы писем не дошли до нас. Первое письмо адресовано банкиру Лоренцо Пьеро Медичи. Веспуччи писал об одном плавании на португальской службе в 1501 — 1502 гг. Во втором письме, адресованном, видимо, знатному флорентийцу Пьеро Содерини, товарищу детства, Веспуччи описал четыре плавания, в которых он будто бы участвовал с 1497 по 1504 г. Навигационных и географических сведений в них было мало, зато он живо и увлекательно описывал звездное небо Южного полушария, природу открытых стран, внешний вид и быт индейцев. Интерес к новым открытиям в Европе был в то время очень велик, а отчеты мореплавателей, за редким исключением, не публиковались.

О первом плавании Веспуччи сообщал, что он отплыл 20 мая 1497 г. из Кадиса. Флотилия (четыре корабля) достигла Канарских островов, где простояла 8 дней. Через 27 — 37 дней (по разным вариантам) открылась земля примерно в 4,5 тыс. км к западу-юго-западу от Канарских островов. Веспуччи указал и координаты земли, соответствующей берегу Центральной Америки у залива Гондурас, если он умел правильно определять долготу. Однако это совершенно невероятно: в единственном случае, когда его можно проверить, он ошибается на 19 градусов! Покинув новооткрытую землю, испанцы направились на северо-запад, затем прошли вдоль извилистого берега 4 — 5 тыс. км, часто высаживались на сушу и выменивали безделушки на золото, пока в июле 1498 г. не достигли «самой лучшей гавани в мире». За все время испанцы раздобыли лишь немного золота.



Тукан.



***Америго Веспуччи** (1454 – 1512).*

Америго Веспуччи родился 9 марта 1454 г. во Флоренции в семье нотариуса. Он поступил на службу в родном городке к флорентийским банкирам Медичи и мирно жил почти до 40-летнего возраста. В 1492 г. Америго перебрался в Севилью, где жил до 1499 г., и на средства, полученные через него, Охеда организовал в этом году экспедицию к Жемчужному берегу. Несомненно, что Веспуччи плавал в 1499 — 1500 гг. под началом Охеды. Не позднее 1501 г. он перешел на службу в Португалию и до 1502 г. плавал на португальских кораблях у берегов Нового Света. Затем снова переехал в Испанию и в 1505 г. был принят в кастильское подданство.■

На новооткрытой земле Веспуччи видел «город над водой, подобно Венеции», — 44 деревянных дома, построенных на сваях. Дома сообщались посредством подъемных мостов. Жители были стройные люди среднего роста, «с красноватой кожей, вроде львиной». Испанцы захватили после боя несколько человек и отплыли.■

(Справа.) Такие стеклянные поплавки использовали для того, чтобы сеть в воде держалась вертикально.

Ремонт судов отнял месяц: индейцы, жившие близ гавани, очень подружились с испанцами, просили помощи против людоедов, совершавших набеги на их страну, и пошли за ними к «островам людоедов». Через неделю, пройдя около 500 км, они высадились на остров, вступили в бой с толпой «людоедов» и захватили пленных. В Испанию экспедиция вернулась 15 октября 1498 г. с 222 рабами, проданными в Кадисе.■

В конце июня 1499 г. в районе бухты Ояпок два корабля Веспуччи отделились от Охеды и бросили якорь недалеко от берега. На нескольких лодках, в каждой по шесть человек, Веспуччи прошел вдоль побережья в надежде найти место для высадки. Он был поражен пышностью тропического леса — густотой и высотой деревьев, их благоуханием. Потратив день на напрасные поиски, Веспуччи вернулся к кораблям и двинулся на юго-восток: он считал, что находится у берегов Азии, и хотел достичь ее самого юго-восточного пункта 2 июля. Испанцы обнаружили две огромные реки: одна шириной около 30 км текла с запада (Амазонка), другая — с юга (Пара). Вода в океане в 45 км от побережья была пресной, и моряки наполнили ею бочонки.

Веспуччи вновь оставил корабли и с 20 спутниками, захватив на четыре дня провизии, на лодках вошел в одну из рек и поднялся почти на 100 км против течения. Многочисленные попытки высадиться на берег реки оказались безуспешными — густой лес на низменных берегах был непреодолимым препятствием. Испанцы убедились, что страна обитаема.

Влажный, дождливый, теплый климат идеален для лесов и лишайников, которые селятся на деревьях.



Большинство историков считают, что Веспуччи вообще не плавал к Западной Индии в 1497 — 1498 гг. Спорили только о том, намеренно ли сам он приписал себе первое посещение, т. е. открытие нового материка в 1497 г., за год до третьей экспедиции Колумба, или так вышло помимо его воли?

Только в XIX в. **Александр Гумбольдт** (1769 — 1859) сделал попытку реабилитировать Веспуччи. Доказательства Гумбольдта сводились к следующему: 1) до 30-х гг. XVI в. не выдвигалось ни одного обвинения против флорентийца даже со стороны наследников Колумба и его друзей; 2) нельзя ставить в вину Веспуччи противоречия, искажения фактов, ошибки и путаницу в датах его писем: он лично ничего не издавал и не мог следить за изданиями, выходившими за пределами Испании; 3) процесс наследников Колумба против испанской короны должен был решить, на какие части Нового Света они имеют права в результате действительных открытий Колумба. Свидетелей в пользу короны искали во всех испанских портах, но на Веспуччи и не думали ссылаться, хотя ряд заграничных изданий уже приписывал ему славу открытия нового материка в 1497 г. И Гумбольдт подчеркивал, что отказ короны от самого важного свидетельского показания против Колумба необъясним, если Веспуччи действительно хвалился, что он посетил новый материк в 1497 г., и если в то время придавали значение «путаным датам и опечаткам» иностранных изданий его писем.■



Веспуччи отметил множество причудливых птиц (например, тукан) с ярким оперением. Их мелодичное пение и ароматы леса создавали, по словам Веспуччи, полную иллюзию земного рая: реки кишели рыбой различных видов. Он упомянул также «львов», «пантер» (оцелоты или ягуары), пум, волков, обезьян бабуинов и множество попугаев разной окраски. После двухдневного плавания испанцы вернулись на корабли и 24 июля двинулись на восток-юго-восток, но из-за сильного встречного течения не смогли пройти более 250 км. Так было обнаружено Гвианское течение, ветвь Южного Пассатного, имеющего скорость более 3 км/ч. Веспуччи, скорее всего, достиг бухты Туриасу или бухты Сан-Маркус, открыв около 1200 км северо-восточного побережья Южной Америки. Выбравшись из Гвианского течения, он направился к северу, а затем к северо-западу и произвел высадку на острове Тринидад во главе небольшого отряда, причем широту острова он определил точно.

На другой день Веспуччи посетил еще несколько деревень на южном берегу Тринидада. С Охедой он соединился восточнее мыса Кодера. Описывая плавание за этим мысом, Веспуччи говорит уже о четырех кораблях. Совместное плавание продолжалось только до 1 сентября. Далее, к юго-западу, Веспуччи один продолжал обследование побережья. В итоге он проследил более 300 км береговой линии. В Испанию оба вернулись в июне 1500 г.■

Мировую славу Веспуччи доставило его третье плавание, когда он в глазах современников «открыл Новый Свет». Америго участвовал в ту пору (1501 — 1502) в португальской экспедиции на трех кораблях. Ее начальником был Гонсалу Куэлью. Америго же исполнял в ней, вероятно, должность астронома. Экспедиция более пяти месяцев плавала у берегов Бразилии.

15 февраля 1502 г. корабли дошли якобы до 32° ю. ш. Тут португальские офицеры единогласно поручили Веспуччи руководство всей экспедицией. Тогда он оставил побережье и пересек океан в юго-восточном направлении. Дни становились все короче и короче: в начале апреля ночь продолжалась 15 часов. Во время четырехдневной бури показалась какая-то земля. Португальцы прошли вдоль ее берега около 100 км, но не смогли высадиться из-за тумана и метели. Наступила зима, и моряки повернули на север, а через 33 дня достигли Сьерра-Леоне. Там один обветшалый корабль был сожжен, два других вернулись на родину в сентябре 1502 г.■

В начале XVI в. в городе Сен-Дье, в Лотарингии, создан географический кружок, в который входило несколько молодых ученых. Один из них — Мартин Вальдземюллер — написал небольшое сочинение «Введение в космографию», изданное в 1507 г. вместе с двумя письмами Веспуччи.



В этой книжке впервые встречается название «Америка». Указав, что древние делили обитаемую землю на три части — Европу, Азию и Африку, которые «получили свои названия от женщин», Вальдземюллер писал: «Но теперь... открыта четвертая часть Америго Веспуччи... и я не вижу, почему, кто и по какому праву мог бы запретить назвать эту часть света страной Америго или Америкой». Вальдземюллер вовсе не хотел этим заявлением умалить



Первозданная природа Южной Америки.

Со второй половины XVI в. название «Америка» утверждается за обоими материками на многих глобусах и картах, кроме испанских, — слава Веспуччи распространяется все шире, а о Колумбе начинают забывать. Только испанцы и итальянцы, правда не все, продолжают писать «Индии», «Западная Индия», «Новый Свет» и т. д. Несправедливость нового названия вызвала естественную реакцию. Немецкий картограф Йоханнес Шёнер после 1515 г. выдвигал против Веспуччи обвинение в сознательном подлоге. «Что касается имени великого континента... — писал А. Гумбольдт, — то (это) памятник человеческой несправедливости. Вполне естественно... приписать причину такой несправедливости тому, кто казался в этом наиболее заинтересованным. Но изучением документов доказано, что ни один определенный факт не подтверждает этого предположения. Название «Америка» появилось в отдаленной (от Испании) стране благодаря стечению обстоятельств, которые устраняют всякое подозрение против Америго Веспуччи...

славу Колумба. Для географов начала XVI в. Колумб и Веспуччи открывали новые земли в различных частях света. Колумб только шире исследовал Старый Свет — тропическую Восточную Азию. Веспуччи же «открыл четвертую часть света» — Новый Свет, не известный древним континент, который простирается по обе стороны экватора, как и Африка. Географический кружок в Сен-Дье воспринял письма Америго как известие об открытии нового материка. Но если он открыт, то нужно дать ему имя, «окрестить», и работу Вальдземюллера можно рассматривать как «свидетельство о крещении» Южной Америки. К своему труду, выдержавшему несколько изданий, Вальдземюллер приложил составленную им карту, впервые изображавшую Землю в виде двух — Восточного и Западного — полушарий. Но не этот замечательный новаторский прием был главной особенностью его чертежа. В Западном полушарии он показал соединенные перешейком сравнительно небольшую северную землю и значительную южную (названную «Неведомой Землей» и «Америкой»). Их западные неизвестные берега он нанес условно прямыми линиями. За ними изображен океан, простирающийся от Северного полярного круга до 40° ю. ш. В 10° западнее символического берега помещен остров Джипанго (Япония). Следовательно, новый двойной континент представлен как не часть Азии, а преграда для ее достижения. Чтобы преодолеть ее, нужно, очевидно, обойти Новый Свет на севере у 60° с. ш. — первое картографическое указание на Северо-Западный проход из Атлантического в «Восточный океан». Эта карта — результат гениальной догадки или счастливой небрежности лотарингского картографа и географа — вряд ли повлияла на картографию того времени.

Изображения двойного материка, основанные на действительных открытиях, появляются только после плавания итальянского морехода на французской службе Джованни Верраццано. Первым, кто распространил название «Америка» на северный континент, был фламандский картограф Герард Меркатор. На карте 1538 г. он пишет на южном материке «южная часть Америки», на северном — «северная часть Америки». А в 1541 г. он разделил слово «Америка» на две части: «Аме» он написал на северном континенте, «рика» — на южном.■



Разноцветный попугай макао.

Стечение счастливых обстоятельств дало Веспуччи славу, а эта слава в течение трех веков ложилась тяжким грузом на его память, так как давала повод к тому, чтобы чернить его характер. Такая ситуация очень редка в истории человеческих несчастий. Это пример позора, растущего вместе с известностью».■



Золотые боги империи инков.

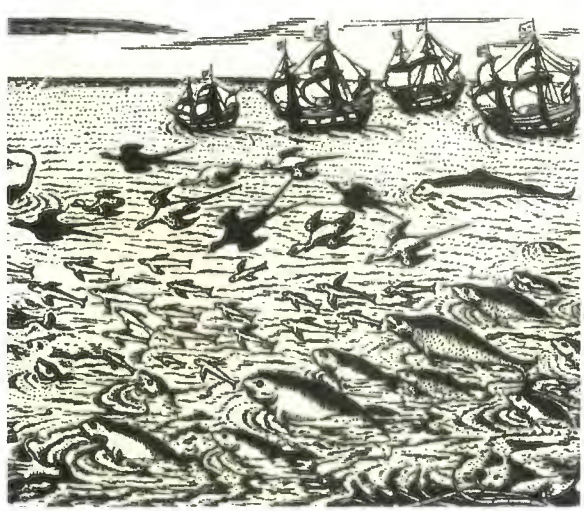
В Новом Свете европейцам все было удивительно: боги, предметы быта, птицы, земноводные.



ФЕРНАН МАГЕЛЛАН: ПЕРВОЕ КРУГОСВЕТНОЕ ПЛАВАНИЕ

Магеллан своим кругосветным плаванием доказал, что между Америкой и Азией простирается величайшее водное пространство, и установил наличие единого Мирового океана. Он навсегда положил конец спорам о форме нашей планеты, предоставив практическое свидетельство ее шарообразности. Благодаря ему ученые наконец получили возможность определить истинные размеры Земли не умозрительно, а на основании неопровержимых данных.

В марте 1518 г. в Севилью в Совет Индии явились Фернан Магеллан и Руй Фалейру, португальский астроном, и заявили, что Молукки — важнейший источник португальского богатства – должны принадлежать Испании, так как находятся в западном, испанском полушарии (по договору 1494 г.), но проникнуть к этим «Островам пряностей» нужно западным путем, чтобы не возбудить подозрений португальцев, через Южное море, открытое и присоединенное Бальбоа к испанским владениям. И Магеллан убедительно доказывал, что между Атлантическим океаном и Южным морем должен быть пролив к югу от Бразилии. Магеллан и Фалейру потребовали сначала тех же прав и преимуществ, какие были обещаны Колумбу. После долгого торга с королевскими советниками, выговорившими себе солидную долю ожидаемых доходов и уступок со стороны португальцев, с ними был заключен договор: Карл I обязался снарядить пять кораблей и снабдить экспедицию припасами на два года. Перед отплытием Фалейру отказался от предприятия, и Магеллан стал единоличным начальником экспедиции. Он поднял адмиральский флаг на «Тринидаде». Капитанами остальных судов были назначены испанцы: Хуан Картахена – «Сан-Антонио»; Гаспар Кесада – «Консепсьон»; Луис Мендоса – «Виктория» и Хуан Серрано – «Сантьяго». Штатный состав этой флотилии исчислялся в 293 человека, на борту находились еще 26 внештатных членов экипажа, среди них молодой итальянец Антонио Пигафетта, историк экспедиции. Поскольку он не был ни моряком, ни географом, очень важ-



Корабли флотилии Магеллана.

В завоевании Индии и Малакки с 1505 по 1511 г. участвовал бедный португальский дворянин **Фернан Магеллан** — так его принято называть; подлинная же его фамилия — Магальяйнш. В 1512 — 1515 гг. он воевал в Северной Африке, где был ранен. Вернувшись на родину, он просил у короля повышения по службе, но получил отказ. Оскорбленный Магеллан уехал в Испанию и установил отношения с португальским астрономом Руй Фалейру, который уверял, будто нашел способ точно определять географические долготы. Испанские власти на острове Эспаньола (Гаити) в конце 1512 г. получили от короля Фердинанда распоряжение «следить за несуществующим проливом» и захватывать любой корабль. Первым пострадавшим от этого приказа стал португальский капитан Иштеван Фроиш в 1512 г., охотившийся за рабами у северных берегов Южной Америки. Его каравелла требовала ремонта, и он решил подойти к берегам Эспаньолы. Здесь он сразу же был схвачен и со всей командой брошен в тюрьму. Сопровождающей Фроиша другой каравелле под командой Жуана Лижбоа удалось ускользнуть и благополучно добраться до Мадейры; затем, видимо, уже без опаски он зашел в испанский порт Кадис, где продал свой груз бразильского дерева. В порту или на Мадейре у него, как теперь говорят, взял интервью «корреспондент» маленькой газетки, выходившей в Аугсбурге. Лижбоа рассказал, что где-то в Южной Америке существует длинный пролив, по которому можно пройти к «Восточным Индиям». Заметка об этом открытии сообщала, не упоминая имен и названий судов, о плавании «к реке Плате». Историки открытий в наши дни считают, что И. Фроиш и Ж. Лижбоа достигли приблизительно 35° ю. ш., вошли в залив Ла-Плата, но не исследовали его до конца — длина 320 км — и потому приняли за пролив. Можно, следовательно, говорить, что они открыли побережье Южной Америки на протяжении более 1,5 тыс. км.■



***Фернан Магеллан** (1470 – 1531) – первый из людей, обогнувший земной шар.*

Графометр — топографический инструмент с градуированным полукругом.



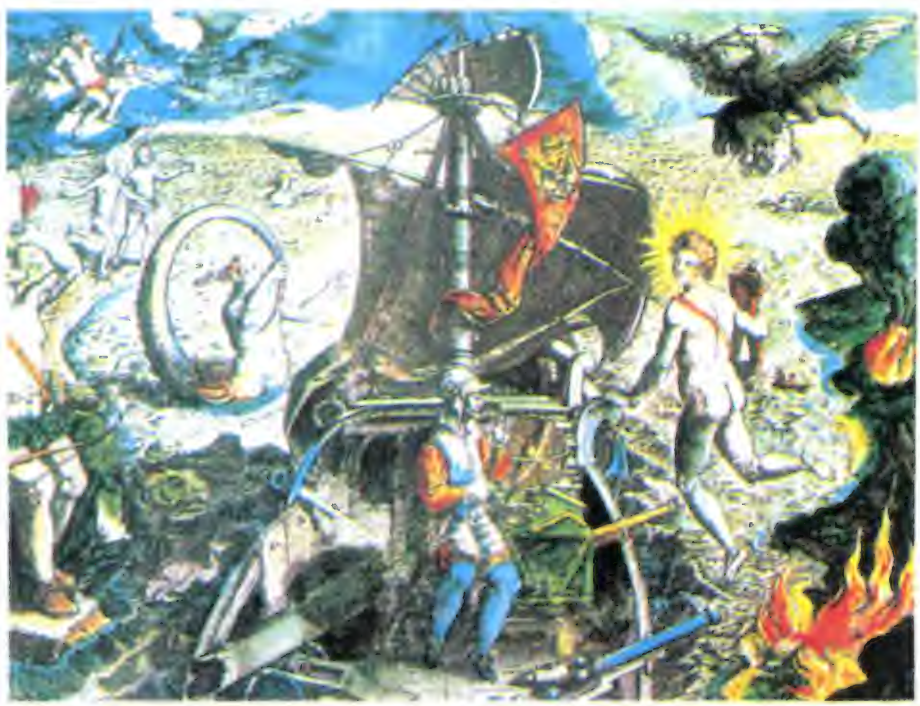
Не успели корабли отойти из порта Сан-Лукар, как между Магелланом и капитанами-испанцами начались разногласия: за Канарскими островами Картахена потребовал, чтобы начальник советовался с ним относительно всякой перемены курса. Магеллан гордо ответил: «Ваша обязанность следовать за моим флагом, а ночью за моим фонарем».■

Флот Магеллана успешно прошел пролив, названный Магеллановым. К югу лежала земля — «голая из-за вечного холода». Магеллан назвал ее Огненной Землей.

ным первоисточником служат записи в судовых журналах, которые Франсиско Альбо, помощник штурмана, вел на «Тринидаде». В первое кругосветное плавание отправился интернациональный коллектив: кроме португальцев и испанцев в его состав вошли представители более 10 национальностей из разных стран Западной Европы.■

Флотилия вышла из порта Сан-Лукар в устье Гвадалквивира 20 сентября 1519 г. При переходе через океан Магеллан выработал хорошую систему сигнализации, и разнотипные корабли его флотилии ни разу не разлучались.

26 сентября флотилия подошла к Канарским островам, 29 ноября достигла побережья Бразилии, 13 декабря — бухты Гуанабара, а 26 декабря — Ла-Платы. Штурманы экспедиции были лучшими в то время: они определяли широты, вносили коррективы в карту уже известной части материка. Так, мыс Кабу-Фриу, по их определению, находится не у 25° ю. ш., а у 23°. Магеллан около месяца обследовал оба низменных берега Ла-Платы; продолжив открытие равнинной территории Пампы, начатое Жуаном Лижбоа и Хуаном Солисом, главным пилотом Кастилии, он послал «Сантьяго» вверх по Паране и, конечно, не нашел прохода в Южное море. Далее простиралась неведомая, малонаселенная земля. И Магеллан, боясь пропустить вход в неуловимый пролив, 2 февраля 1520 г. распорядился сняться с якоря и двигаться как можно ближе к побережью только днем, а к вечеру останавливаться. На стоянке 13 февраля в обнаруженном им большом заливе Баия-Бланка флотилия выдержала ужасающую грозу, во время которой на мачтах судов появились огни Святого Эльма — электрические разряды в атмосфере, имеющие форму светящихся кистей. 24 февраля Магеллан открыл другой крупный залив — Сан-Матиас, обогнул выявленный им полуостров Вальдес и укрылся на ночь в небольшой гавани, которую назвал Пуэрто-Сан-Матиас



(залив Гольфо-Нуэво на наших картах). Южнее, в районе устья реки Чубут, 27 февраля флотилия наткнулась на огромное скопление пингвинов и южных морских слонов. Для пополнения запасов пищи Магеллан направил к берегу лодку, но неожиданно налетевший шквал отбросил суда в открытое море. Оставшиеся на берегу матросы, чтобы не погибнуть от холода, укрылись телами убитых животных. Забрав «заготовителей», Магеллан двинулся к югу, преследуемый штормами, обследовал еще один залив, Сан-Хорхе, и провел шесть штормовых дней в узкой бухте. 31 марта он решил зимовать в бухте Сан-Хулиан. Четыре корабля вошли в бухту, а «Тринидад» стал на якоре у входа в нее. Офицеры-испанцы хотели заставить Магеллана «выполнить королевские инструкции»: повернуть к мысу Доброй Надежды и восточным путем пройти к Молуккам. В ту же ночь начался бунт. Магеллан обошелся с капитанами-бунтовщиками круто: он приказал отрубить голову Кесаде, четвертовать труп Мендосы, высадить на пустынный берег Картахену вместе с заговорщиком-священником, а остальных бунтовщиков пощадил.■

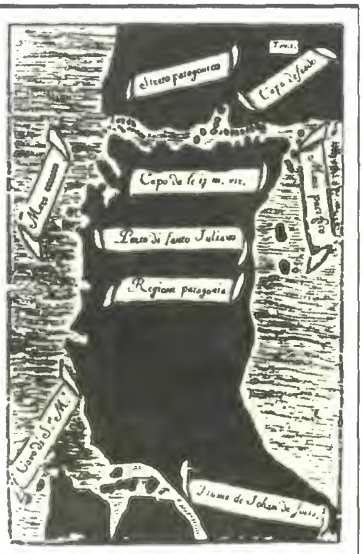
В начале мая адмирал послал «Сантьяго» на юг на разведку, но корабль разбился о скалы у реки Санта-Крус и команде его с трудом удалось спастись. 24 августа флотилия вышла из бухты Сан-Хулиан и достигла устья Санта-Крус, где пробыла до середины октября. 18 октября флотилия двинулась на юг вдоль патагонского берега, который образует на этом участке широкий залив Баия-Гранде. Перед выходом в море Магеллан заявил капитанам, что будет искать проход в Южное море и повернет на восток, если не найдет пролива до 75° ю. ш., т. е. он сам сомневался в существовании «Патагонского пролива» (так называл его Магеллан), но хотел продолжать предприятие до последней возможности. Залив или пролив, ведущий на запад, был найден 21 октября 1520 г. после того, как Магеллан открыл неизвестное ранее Атлантическое побережье Южной Америки на протяжении около 3,5 тыс. км.

Обогнув мыс Дев (Кабо-Вирхенес), адмирал выслал вперед два корабля, чтобы выяснить, существует ли на западе выход в открытое море. Ночью поднялся шторм, который длился два дня. Посланным кораблям грозила гибель, но в самый тяжелый момент они заметили узкий пролив, устремились туда и оказались в сравнительно широкой бухте; по ней они продолжили путь и увидели другой пролив, за которым открылась новая, более широкая бухта. Тогда капитаны обоих кораблей — Мишкита и Серрано — решили вернуться и доложить Магеллану, что, видимо, нашли проход, ведущий в Южное море. Однако до выхода в Южное море было еще далеко: Магеллан послал на разведку «Сан-Антонио» и «Консепсьон». Моряки вернулись «через три дня с известием, что видели мыс и открытое море». Адмирал прослезился от радости и назвал этот мыс «Желанный».

«Тринидад» и «Виктория» вошли в юго-западный канал, простояли там на якоре четыре дня и вернулись назад для соединения с двумя другими кораблями, но там был только «Консепсьон»: на юго-востоке он зашел в тупик — в залив Баия-Инутиль — и повернул обратно. «Сан-Антонио» на обратном пути попал в другой тупик. Офицеры, не застав на месте флотилию, ранили и заковали в кандалы Мишкиту и в конце марта 1521 г. вернулись в Испанию. Чтобы оправдать себя, де-



Прибор, позволяющий сравнивать углы и определять расстояния до удаленных предметов.



Первая карта Магелланова пролива, составленная Антонио Пигафеттой.

Пигафетта — точный и тщательный хроникер — не был профессиональным картографом. Но как беспристрастный художник, он сделал зарисовки ряда островов Филиппинского архипелага. Они не имеют сходства с оригиналами и могут быть идентифицированы лишь по названиям: Самар, первый из посещенных островов; Хомонхон, где произведена первая высадка; Мактан, место гибели Магеллана, а также Панаон, Лейте, Себу и Палаван.■

зертиры обвинили Магеллана в измене, и им поверили: Мишкита был арестован, семья Магеллана лишена казенного пособия. Адмирал не знал, при каких обстоятельствах исчез «Сан-Антонио». Он полагал, что корабль погиб, так как Мишкита был его испытанным другом. Следуя вдоль северного берега сильно сузившегося «Патагонского пролива», он обогнул самую южную точку южноамериканского континента — мыс Фроуард (на полуострове Брансуик, 53°54' ю. ш.) и еще пять дней (23 — 28 ноября) вел три корабля на северо-запад будто по дну горного ущелья. Высокие горы (южное окончание Патагонской Кордильеры) и голые берега, казалось, были безлюдны, но на юге днем виднелись дымки, а по ночам — огни костров. И Магеллан назвал эту южную землю, размеров которой он не знал, «Земля Огня» (Тьерра-дель-Фуэго). На наших картах она именуется Огненной Землей. Через 38 дней, после того как Магеллан нашел атлантический вход в пролив, действительно соединяющий два океана, он прошел мыс «Желанный» (теперь Пилар) у тихоокеанского выхода из Магелланова пролива (около 550 км).■

28 ноября 1520 г. Магеллан вышел из пролива в открытый океан и повел оставшиеся три корабля сначала на север, стараясь поскорее покинуть высокие широты и держась примерно в 100 км от скалистого побережья. 1 декабря он прошел близ полуострова Тайтао, а затем суда удалились от материка — 5 декабря максимальное расстояние составило 300 км. 12 — 15 декабря Магеллан вновь довольно близко подошел к берегу и не менее чем в трех точках видел высокие горы — Патагонскую Кордильеру и южную часть Главной Кордильеры. От острова Моча суда повернули на северо-запад, а 21 декабря — на запад-северо-запад. Нельзя, конечно, говорить, что во время своего 15-дневного плавания на север от пролива Магеллан открыл побережье Южной Америки на протяжении 1500 км, но он по крайней мере доказал, что западный берег материка до широты острова Моча имеет почти меридиональное направление.■

Пересекая Тихий океан, флотилия Магеллана прошла не менее 17 тыс. км, из них большую часть в водах Южной Полинезии и Микронезии, где разбросано бесчисленное множество небольших островов. Поразительно, что при этом моряки встретили за все время лишь «два пустынных островка, на которых нашли одних только птиц да деревья». Историки недоумевают, почему Магеллан пересек экватор и зашел за 10° с. ш., — он же знал, что Молукки находятся у экватора. И именно там лежит Южное море, уже известное испанцам. Возможно, Магеллан хотел убедиться, действительно ли оно является частью новооткрытого океана. 6 марта 1521 г. на западе наконец появились два обитаемых острова (Гуам и Рота, самые южные из группы Марианских).■

15 марта 1521 г., пройдя на запад еще около 2 тыс. км, моряки увидели встающие из моря горы — это был остров Самар восточно-азиатской группы островов, позднее названных Филиппинами. Магеллан тщетно искал место для якорной стоянки — берег острова был скалистый, и суда

«...Мы... погрузились в просторы Тихого моря. Три месяца и двадцать дней мы были совершенно лишены свежей пищи. Мы питались сухарями, но то уже не были сухари, а сухарная пыль, смешанная с червями... Она сильно воняла крысиной мочой. Мы ели также воловьи кожи, покрывающие реи... Мы вымачивали их в морской воде в продолжении четырех-пяти дней, после чего клали на несколько минут на горячие угольев и съедали. Мы часто питались древесными опилками. Крысы продавались по полдуката за штуку, но и за такую цену их невозможно было достать» (Пигафетта). Почти все болели цингой; 19 человек умерли, в том числе бразилец и патагонский «гигант». К счастью, погода была все время хорошая: потому-то Магеллан и назвал океан Тихим.■

Матросы из команды Пигафетты на лодке. Из рукописи Антонио Пигафетты.



продвинулись немного на юг, к островку Сиаргао, близ южной оконечности острова Самар, и там провели ночь. Длина пути, пройденного Магелланом от Южной Америки до Филиппин, оказалась во много раз больше расстояния, которое показывали на картах того времени между Новым Светом и Японией. На деле Магеллан доказал, что между Америкой и тропической Азией лежит гигантское водное пространство, гораздо шире Атлантического океана. Открытие прохода из Атлантического океана в Южное море и плавание Магеллана через это море произвели настоящую революцию в географии. Оказалось, что большая часть поверхности земного шара занята не сушей, а океаном, и доказано было наличие единого Мирового океана.

Из осторожности Магеллан 17 марта перешел от Сиаргао к необитаемому острову Хомонхон, лежащему к югу от большого острова Самар, чтобы запастись водой и дать отдохнуть людям. Жители соседнего островка доставляли испанцам фрукты, кокосовые орехи и пальмовое вино. Они сообщили, что «в этом краю много островов». Магеллан назвал архипелаг Сан-Ласаро. У местного старейшины испанцы видели золотые серьги и браслеты, хлопчатобумажные ткани, вышитые шелком, холодное оружие, украшенное золотом. Через неделю флотилия двинулась на юго-запад и остановилась у островка Лимасава. К «Тринидаду» подошла лодка. И когда малаец Энрике, раб Магеллана, окликнул гребцов на своем родном языке, они его сразу поняли. Через пару часов прибыли две большие лодки с людьми и с местным правителем, и Энрике свободно объяснялся с ними. Магеллану стало ясно, что он находится в той части Старого Света, где распространен малайский язык, т. е. недалеко от «Островов пряностей». Таким образом, Магеллан завершил первое в истории кругосветное плавание. В роли покровителя новых христиан Магеллан вмешался в междоусобную войну правителей островка Мактан, расположенного напротив города Себу, в результате чего погибли восемь испанцев, четверо союзных островитян и сам Магеллан. Подтвердилось старое изречение: «Господь бог дал португальцам очень маленькую страну для жизни, но весь мир для смерти».■

Вероятно, именно во время перехода через Тихий океан в Южном полушарии спутники Магеллана обратили внимание на две звездные системы, получившие позднее название Большого и Малого Магеллановых облаков. «Южный полюс не такой звездный, как Северный, — пишет Пигафетта. — Здесь видны скопления большого числа небольших звезд, напоминающие тучи пыли. Между ними расстояние большое, и они несколько тусклые. Среди них находятся две крупные, но не очень яркие звезды, двигающиеся очень медленно». Он имел в виду две звезды околополярного созвездия Гидры. Испанцы обнаружили также «пять необычайно ярко сверкающих звезд, расположенных крестом...» — созвездие Крест, или Южный Крест.■



Только корабль «Виктория» вернулся к родным берегам в 1522 г.

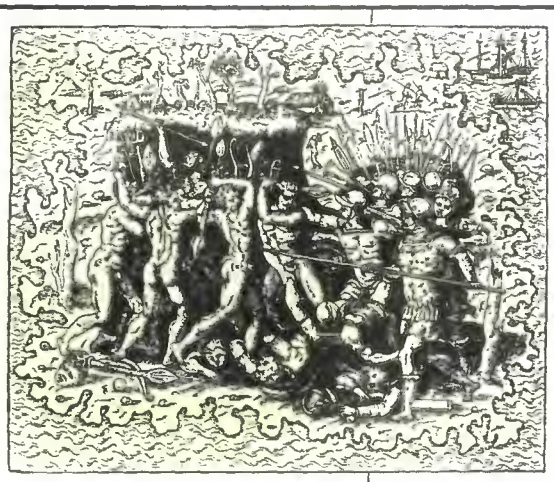
После гибели Магеллана «Виктория» и «Тринидад», выйдя из пролива, прошли мимо острова, «где люди черного цвета, как в Эфиопии» (первое указание на филиппинских негритосов); испанцы назвали этот остров Негрос. На Минданао они впервые услышали о расположенном к северо-западу большом острове Лусон. Случайные лоцманы вели корабли через море Сулу к Палавану, самому западно-



Магелланов пролив.

Боевое оружие туземцев.





Гибель Магеллана. 27 апреля 1521 г.

В ночь на 27 апреля 1521 г. Магеллан отправился на остров Мактан с 60 людьми на лодках, но они из-за рифов не могли подойти близко к берегу. Магеллан, оставив в лодках арбалетчиков и мушкетеров, с 50 людьми переправился вброд на островок. Там, у селения, их ожидали и атаковали три отряда. С лодок начали стрельбу по нападающим, но стрелы и даже мушкетные пули на таком расстоянии не могли пробить деревянных щитов. Магеллан приказал поджечь селение. Это разъярило мактанцев, и они стали осыпать чужеземцев стрелами и камнями и кидать в них копья. «... Наши, за исключением шести или восьми человек, оставшиеся при капитане, немедленно бросились в бегство... Узнав капитана, на него накинулось множество людей... но все же он продолжал стойко держаться. Пытаясь вытащить меч, он обнажил его только до половины, так как был ранен в руку... Один (из нападающих) ранил его в левую ногу... Капитан упал лицом вниз, и тут его закидали... копьями и начали наносить удары тесаками, до тех пор пока не погубили... наш свет, нашу отраду... Он все время оборачивался назад, чтобы посмотреть, успели ли мы все погрузиться в лодки» (Пигафетта).■

му острову Филиппинской группы. От острова Палаван испанцы прибыли — первые из европейцев — к гигантскому острову Калимантан и стали на якорь у города Бруней, по имени которого весь остров они, а затем и другие европейцы стали называть Борнео. Испанцы заключали союзы с местными раджами, покупали продукты и местные товары, иногда грабили встречные суда, но все еще не могли узнать дорогу к «Островам пряностей». 7 сентября испанцы отправились в плавание вдоль северо-западного берега Калимантана и, дойдя до его северной оконечности, простояли почти полтора месяца у небольшого острова, запасаясь продуктами и дровами. Им удалось захватить джонку с малайским моряком, знавшим путь к Молуккам, который 8 ноября привел суда к рынку пряностей на остров Тидор у западного берега Хальмахеры, самого большого из Молуккских островов. Здесь испанцы дешево закупили пряности — корицу, мускатный орех, гвоздику. «Тринидад» нуждался в ремонте, и было решено, что по его завершении Эспиноса пойдет на восток, к Панамскому заливу, а Элькано поведет на родину «Викторию» западным путем — вокруг мыса Доброй Надежды.■

Из пяти кораблей Магеллана лишь один обогнул земной шар, а из его экипажа вернулись на родину только 18 человек (на борту были три малайца). Но «Виктория» привезла столько пряностей, что продажа их с лихвой покрыла затраты на экспедицию, а Испания получила «право первого открытия» на Марианские и Филиппинские острова и предъявила претензии на Молукки.■

Проход между Южной Америкой и Огненной Землей изображен на карте 1520 г. прямым и легкопроходимым. На самом деле он представляет большую опасность для мореплавателей.



Пират Фрэнсис Дрейк у берегов Испанской Америки

Среди пиратов, пользовавшихся покровительством английской короны, выделился англичанин Фрэнсис Дрейк, открывший, по выражению вице-короля Перу, «путь в Тихий океан всем еретикам — гугенотам, кальвинистам, лютеранам и прочим разбойникам...».

В 1577 г. Дрейк приступил к самому важному из своих предприятий, которое неожиданно для него самого завершилось кругосветным плаванием. Целью пирата был набег на тихоокеанские берега Испанской Америки. Королева и ряд английских вельмож и на этот раз поддержали предприятие своими средствами, требуя лишь, чтобы пират хранил в тайне их имена. Дрейк снарядил четыре корабля вместительностью 90 — 100 т, не считая двух пинас (небольших вспомогательных судов), и 13 декабря 1577 г. вышел из Плимута. В апреле 1578 г. пираты достигли устья Ла-Платы и, медленно продвигаясь на юг, обнаружили удобную гавань у берега Патагонии. Один из спутников Дрейка так охарактеризовал патагонцев: «Они оказались добродушными людьми и проявили столько жалостливого участия к нам, сколько мы никогда не встречали и среди христиан...»



Дождевые леса Центральной Америки.

20 июня пираты остановились в той же бухте Сан-Хулиан, где зимовал Магеллан. 17 августа пираты покинули бухту. Флотилия Дрейка уменьшилась до трех судов: еще в конце мая он приказал снять с одного полуразрушенного корабля снасти и все железные части, а остов сжечь. Через четыре дня англичане вошли в Магелланов пролив и с большими предосторожностями продвигались между обоих берегов, которые постепенно сближались. На побережье попадались бродячие жители, укрывавшиеся от непогоды в жалких шалашах.■

Путь через пролив «с его черными, как ад, ночами и немилосердной яростью неистовых штормов» продолжался две с половиной недели. «Не успели мы выйти (6 ав-



***Фрэнсис Дрейк** (1540 – 1596).*

«Железный пират», как его позднее называли, был человек властный и крутой, с бешеным характером, мнительный и суеверный, даже для своего века. Дрейк в качестве пирата действовал как «приказчик» крупной «компании на паях», одним из пайщиков которой была английская королева Елизавета I. Она снаряжала за свой счет корабли, делилась с пиратами добычей, но брала себе львиную долю прибыли. Боевое крещение Дрейк получил в 1567 — 1568 гг. во флотилии пирата Джона Хокинса, захватившего испанские города в Центральной Америке, чтобы беспошлинно вести торговлю неграми с испанскими же плантаторами. Набег этот кончился тем, что пять судов попали в руки испанцев и только один — под командой Дрейка — вернулся в Англию. Через четыре года Дрейк уже самостоятельно совершил набег на Панамский перешеек, разграбил караван с драгоценными металлами из Перу и на захваченных новеньких испанских судах прибыл на родину.■

«Челноки жителей побережья Магелланова пролива сделаны из коры, не просмолены и не проконопачены, а только сшиты по швам полосками тюленьей кожи, но так аккуратно и плотно, что не дают течи. Из коры же сделаны и их чашки и ведра. Ножи сделаны из громадныых раковин: отломив края, они оттачивают их на камне до... нужной остроты», — пишет спутник Дрейка священник Фрэнсис Флетчер.■

густа) в это море... для нас оказавшееся «Бешеным», как началась такая неистовая буря, какой мы еще не испытывали... (днем) мы не видели солнечного света, а ночью — ни луны, ни звезд. Невдалеке были видны по временам горы... потом они скрывались из глаз... Мы потеряли наших товарищей», – сообщает очевидец. Один корабль флотилии Дрейка пропал без вести, другой, через месяц, отброшенный бурей обратно в Магелланов пролив, выбрался в Атлантический океан и вернулся в Англию.

Буря длилась 52 дня, до конца октября. За все время было только два дня передышки. «И вдруг все точно рукой сняло: горы приняли благосклонный вид, небеса улыбались, море спокойно, но люди были измучены и нуждались в отдыхе». Одинокий корабль «Золотая лань» за два месяца отнесло бурей на юг. 24 октября моряки усмотрели «самый крайний» к югу остров и простояли там до 1 ноября; «за ним в южном направлении не было видно ни материка, ни острова, лишь Атлантический океан и Южное море встречались на... вольном просторе». Но Дрейк ошибся: обнаруженный им маленький остров Хендерсон находится в 120 км к северо-западу от мыса Горн.

Открытие свободного водного пространства дало Дрейку возможность доказать, что Огненная Земля – вовсе не выступ Южного материка, а архипелаг, за которым простирается, казалось, беспредельное море. Подлинный Южный материк, Антарктида, лежит в 1000 км к югу от Огненной Земли. В XIX в., после открытия Антарктиды, широкий проход между ней и Огненной Землей нарекли проливом Дрейка. На этих южных широтах, столкнувшись с ужасными ветрами и штормами, Дрейк не смог продвинуться к западу, чтобы обнаружить побережье Южного континента. И тогда он взял курс на север, надеясь соединиться с пропавшими кораблями своей эскадры, как ранее было установлено, в Вальпараисо.■

25 ноября «Золотая лань» стала на якорь у острова Чилоэ, населенного индейцами-арауканами, «бежавшими с материка из-за жестокости испанцев». Они справедливо не доверяли европейцам и, когда Дрейк с 10 вооруженными матросами высадились на берег, заставили их уйти, убив двух англичан. Но севернее на материке индейцы дружелюбно встретили пришельцев и дали им лоцмана до Вальпараисо. Дрейк разграбил город и захватил стоящий в гавани испанский корабль с грузом вина и «некоторым количеством золота».

Пират двинулся дальше на север. На испанских картах, попавших в руки англичан, чилийский берег имел северо-западное направление, но всякий раз, когда Дрейк поворачивал на северо-запад, он терял его из виду. Оказалось, что все побережье Чили тянется в основном с юга на север. Только у Перу берег действительно повернул на северо-запад: Дрейк «срезал» сотни тысяч квадратных километров несуществующей территории. После его плавания контур Южной Америки на картах принял более правильные, знакомые нам очертания.■



Льды Антарктиды.

Возвращаться домой Дрейк решил, обогнув Северную Америку. Когда англичане поднялись до 42° с. ш., они испытали внезапный переход от жары к холоду. «Когда мы приближались к берегу, то видели голые деревья и землю без травы. Нигде не видели следов пролива. Тогда было решено спуститься в более теплые широты». У 38° с. ш. в бухте 17 июня 1578 г. англичане высадились на берег. Жители (калифорнийские индейцы) не проявляли враждебных намерений, приносили им мешки с табаком, всевозможные перья. И пират решил, что пора присоединить эти земли к владениям своей страны, назвав их Новым Альбионом.■



Запечатанные бутылки со сведениями о местонахождении корабля бросали в воду.



Бочонок с ямайским ромом.

Ермак и первооткрыватели Восточной Сибири

Заметную роль в продвижении русских далеко за Уральские горы, за «Камень», и в присоединении Западной Сибири сыграли купцы Строгановы. Один из них, Аника, в XVI в. стал богатейшим человеком Соли Вычегодской, в стране коми-зырян, которые издавна поддерживали отношения с «закаменными» народами — с манси (вогуличи), хантами (остяки) и ненцами (самоядь). Аника скупал также пушнину (мягкую рухлядь) и очень интересовался угодными местами за Каменным Поясом, богатыми пушным зверем. Он подкупал некоторых инородцев и посылал с ними за «Камень» разведчиков, а затем приказчиков с ходовым товаром, и они доходили до нижней Оби, где выгодно обменивали товары на пушнину. Наживая большие капиталы на соляных промыслах и «закаменной» торговле, Аника начал расширять свои владения на восток. Через него, но, несомненно, и другими путями уже в середине XVI в. Москва знала о сибирских делах.

В царском титуле 1554 — 1556 гг. Иван IV Васильевич, между прочим, величается уже как государь не только «Обдорской, Кондинской и многих других земель», но и «всех северных берегов», а в титуле 1557 г. – как государь «Обдорской, Кондинской и всех сибирских земель, повелитель Северной стороны». Есть прямые доказательства, что некоторые области Сибири платили дань Москве и признавали власть царя задолго до похода Ермака. Так, в 1555 г. добровольно подчинился Москве и



Волга в районе Казани.

В начале XVI в. московские землемеры приступили к составлению чертежей пограничных областей, в первую очередь западных. Появились карты: «Корельские и Лопские земли к Мурманскому морю», «Корельский рубеж», «Литовская и Псковская земли» и ряд других. Они давали представление обо всей западной границе Российского государства, но ни одна не дошла до наших дней. Их составление, по мнению российского историка **Б. А. Рыбакова** (1908), охватывало период между 1503 и 1517 гг. Видимо, к этому времени относится и создание новой карты Московии. Наиболее достоверной датой он считает 1523 г. На этом чертеже появляются вся Десна, Оскол и Ловать. Волга, Западная Двина и Днепр уже не берут начало из одного озера: Волга и Западная Двина вытекают из маленьких озер, расположенных неподалеку одно от другого; Днепр начинается из-под Вязьмы — его истоком съемщики посчитали реку Вязьму; конфигурация реки Оки такая же, как на чертеже 1497 г.; река Дон по-прежнему фантастична, правда, добавлены притоки Сосна и Чир. Чертеж Московии 1523 г., сохранившийся до наших дней благодаря карте 1613 г. голландского картографа Хесселя Герритца воспроизводил детальные географические знания русских о западных окраинах страны, приобретенные за четверть века.

С объединением русских земель вокруг Москвы развернулась работа по сбору материалов и составлению чертежей отдельных областей (Иван IV Грозный в 1552 г. «велел землю измерить и чертеж всему государству сделать»). И безвестные землемеры засняли районы по Волге, Оке, Каме, Северной Двине, Печоре и некоторым их притокам, а также часть зауральских степей (район Муготжар) и земли к югу от низовьев Дона и в Прикаспии. Этот чертеж также не дошел до нас.

За 30 — 40 лет накопился обширный картографический и описательный материал, и между 1595 и 1600 гг. (вероятнее последняя дата) был составлен «Чертеж всему Московскому государству». Позднее эта утраченная работа — крупнейшая карта Руси XVI в. — получила название «Большого чертежа». ■



Взятие Казани (Царственная книга).

Немец **Зигмунд Герберштейн** (1486 – 1566), уроженец Словении, тогда принадлежавшей Австрии, за 40 лет своей дипломатической деятельности на королевской и императорской германской службе исколесил большую часть Европы. На Руси он побывал дважды — в 1516 и 1525 — 1527 гг. Во время пребывания делал выписки из русских летописей и других письменных памятников и много беседовал с вельможами, чиновниками и простыми людьми: ему, родившемуся в славянской стране, легко было выучиться русскому языку. Он расспрашивал о городах и расстояниях между ними, о горах, реках и озерах Московии, об ее лесах, пастбищах и пашнях. Среди его информаторов были Семен Курбский, Дмитрий Герасимов, Григорий Истома. Обстоятельный, стремившийся быть точным, Герберштейн не довольствовался случайными сообщениями, а старался «опираться на согласные свидетельства многих лиц». Собранный материал он дополнил теми западноевропейскими описаниями Московии, которые он считал правдивыми, и создал «Записки о московитских делах» (1549).



обещал ежегодно платить дань в 1000 соболей «князь всей земли Сибирской» — хан Едигер (Эдигар), искавший русской помощи против наступавших на него бухарцев.

Не позднее 1556 г. из Москвы был послан в Сибирь за данью Дмитрий Куров. Он вернулся в 1557 г. вместе с сибирским послом, который доставил царю неполную дань (700 соболей) и оправдывался тем, что во владения Едигера вторгся шибанский царевич Кучум и увел много местных людей. В 1568 г. новые послы от Едигера привезли полную дань (1000 соболей), дорожные пошлины и «шертную грамоту» — присягу в верности. Но Едигер уже не был тогда хозяином в своих владениях. Именно в эти годы его победил, а затем и убил Кучум, провозгласивший себя сибирским ханом. Русские с того времени стали называть его «сибирским салтаном». А Кучум не посылал дани в Москву, мешал делать это сибирским «народцам» и организовывал набеги в бассейн верхней Камы.

Ядром кучумова царства была часть Западно-Сибирской равнины между Тоболом и Иртышом. Вскоре власть Кучума распространилась и на соседние области. Он заставил платить себе дань манси и хантов, живших по обе стороны Иртыша, севернее устья Тобола, и даже по нижней Оби. На западе Кучум подчинил племена по рекам Тавде и Туре, почти до «Камня». На востоке его власть признавали племена, жившие между Иртышом и Обью, в Барабинской степи. Южные границы кучумова царства, вероятно, доходили до Казахского мелкосопочника.

Главная ставка Кучума — город Кашлык (Искер), называвшийся русскими «городом Сибирью», возник на правом (северном) берегу Иртыша, менее чем на полпути между устьями его южных притоков Тобола и Вагая.

Западнее «Камня» принадлежавший Руси бассейн верхней Камы — Пермская земля — еще не был тогда освоен русскими. Аника Строганов получил разрешение на его заселение, но процесс этот шел очень медленно.■

После завоевания Казани и Астрахани царские владения продвинулись до Каспия, и вся Волга стала русской рекой. Усилилась торговля с Нижним Поволжьем, Заволжьем и Ираном, разведан путь в Среднюю Азию. Лишь на западных рубежах шла война с Речью Посполитой, и там сосредоточились крупные военные силы Руси. В походе на Могилев летом 1581 г. среди многих полков принимала участие и казацкая дружина атамана **Ермака** (между 1532 и 1542 – 1585).

Всадники. XVI в. (Герберштейнов план. Фрагмент.)





После заключения перемирия (начало 1582 г.) по повелению Ивана IV его отряд передислоцировался на восток, в государевы крепости Чердынь, расположенную близ устья реки Колвы, притока Вишеры, и Соль-Камскую, на реке Каме. Туда же прорвались казаки атамана Ивана Юрьевича Кольцо. В августе 1581 г. близ реки Самары они почти полностью уничтожили военный эскорт ногайской миссии, направлявшийся в Москву в сопровождении царского посла, а затем погромили Сарайчик, столицу Ногайской орды. За это Иван Кольцо и его соратники были объявлены ворами, т. е. государственными преступниками, и приговорены к смертной казни.

Между тем торговая деятельность Строгановых в Западной Сибири переросла в угнетение мансийских племен и прямой грабеж. Это вызвало естественную реакцию — началось восстание манси, поддержанное зауральскими соплеменниками и ханом Кучумом. Запылали деревни и слободки Строгановых по Чусовой и ее притокам. Больше всего пострадали владения М. Строганова по реке Сылве, что и вынудило его обратиться к казакам. Предлагая им поход в Сибирь на Кучума и восставших манси, М. Строганов, скорее всего, не замахивался на все Сибирское ханство, а предполагал лишь припугнуть хана, оказать на него давление. Вероятно, летом 1582 г. М. Строганов заключил окончательное соглашение с атаманом о походе против «сибирского салтана». К 540 казакам он присоединил своих людей с «вожами» (проводниками), знавшими «тот сибирский путь», и толмачами «бусурманского языка», снабдил отряд оружием и припасами. Казаки построили большие суда («добрые струги»), поднимавшие по 20 человек с припасами, и много малых. Следовательно, флотилия состояла более чем из 30 судов. Речной поход во главе отряда численностью около 600 человек Ермак начал 1 сентября 1582 г. Проводники быстро провели струги вверх по Чусовой, а затем по ее притоку Серебрянке, судоходные верховья которой начинались недалеко от сплавной реки Баранчи (система Тобола), текущей на юго-восток. Казаки спешили: только стремительное передвижение и неожиданное нападение гарантировали им успех всего предприятия, выглядевшего достаточно авантюрно, так как на каждого русского приходилось 10 — 15 воинов Кучума. Перетащив через ровный и короткий (10 верст) волок все запасы и малые суда, Ермак с соратниками спустился по Баранче, Тагилу и Туре примерно до 58° с. ш. Здесь, близ нынешнего Туринска, они впервые столкнулись с передовым отрядом Кучума и рассеяли его. Главную задачу — взять «языка» для выяснения численности и боеспособности войска хана — выполнить не удалось. А Кучум вскоре уже знал о силах русских, но не проявил беспокойства по поводу намерений казаков, двигавшихся к его столице.

Решительное сражение разыгралось на берегу Иртыша, у Чувашева мыса, немного выше устья Тобола. В распоряжении Махмет-Кула (Маметкул), племянника Кучума, командовавшего войском, находились два отряда — пеший и конный.



По таким рекам сплавлялись струги Ермака.



Бескрайние просторы Сибири.

Русь представлялась Герберштейну «страной низменностей, великой равниной, однообразие которой только... в немногих местах прерывается незначительными возвышенностями. Северная и северо-западная части ее покрыты огромными сплошными лесами, а юго-восточная, начинающаяся к югу от Тулы, расстилается гладкой степью, но не пустынной, а щедро наделенной всякими произведениями природы». Кроме Карпатских и Кавказских гор, а также морей, естественной границей Московии, по Герберштейну, служит Земной Пояс — Северный Урал, где берут начало семь рек, в том числе Печора и ее притоки – Уса и Щугор.

Из «Записок...» Герберштейна Западная Европа узнала «об удивительной водной сети Руси, о тесной связи ее речных систем, о водных путях, соединявших четыре моря великой Восточной равнины...» (*Е. Замысловский*). В «Записках...» приведено 29 названий северных русских рек — до этого в западной литературе упоминаются лишь три реки. Фактически Герберштейн точно, умело и внимательно использовал русские источники, как письменные, так и устные. К «Запискам...» Герберштейн приложил карту Московии.■

Миниатюры из Кунгурской летописи.



Предательство татарина, плененного Ермаком.



Нападение Кучума на Ермака.

Из Москвы, где еще не знали о гибели Ермака и отступлении русских, в 1585 г. в Сибирь направился воевода Иван Мансуров с 700 служилых людей, но уже не застал русских на Иртыше. Была поздняя осень, река стала. И только весной 1586 г. отряд поплыл вниз по Оби. Дело присоединения Западной Сибири приходилось начинать сначала.■

Казаки поочередно разбили оба, но потеряли больше 100 человек. После битвы союзники татар, прииртышские ханты, бывшие в войске Кучума, рассеялись по своим селениям. Кучум с уцелевшими татарами бежал через Кашлык на левый берег Иртыша и ушел далеко на юг, в Ишимскую степь. 26 октября 1582 г. казаки вступили в опустевший «город Сибирь». Через четыре дня ханты с реки Демьянки, правого притока нижнего Иртыша, привезли в дар завоевателям пушнину и съестные припасы, главным образом рыбу. Ермак «лаской и приветом» встретил их и отпустил с честью». За хантами потянулись с дарами местные татары, раньше бежавшие от русских. Ермак принял их также ласково, позволил вернуться в свои селения и обещал защищать от врагов, в первую очередь от Кучума. Затем стали являться с пушниной и продовольствием и ханты из левобережных районов — с рек Конды и Тавды. Ермак облагал всех обязательной ежегодной податью — ясаком.■

Весной 1585 г. подосланный Кучумом татарин принес Ермаку ложную весть, будто в Кашлык через реку Вагай направляется бухарский торговый караван, а хан не пропускает его. Ермак поверил и в июле со 150 казаками выступил навстречу каравану. Дойдя до устья Вагая, он разбил там татарский отряд, но ничего не узнал о бухарцах и двинулся вверх по Иртышу. Затем казаки одержали над татарами вторую победу близ устья Ишима и овладели без боя городком Ташаткан. Остановился же Ермак близ устья реки Шиш, почти в 400 км от Кашлыка, и повернул назад, потому что местные жители поразили его нищетой. На обратном пути, в Ташаткане, Ермаку снова принесли ложное известие, что бухарские купцы идут вниз по Вагаю, и он поспешил к его устью.

На берегу Иртыша, возле устья Вагая, 5 августа 1585 г. отряд остановился на ночлег. Была темная ночь, шел проливной дождь. В полночь Кучум напал на стан Ермака. Чтобы не поднимать шума, татары просто душили спящих русских. Но Ермак проснулся и проложил себе дорогу через толпу врагов к берегу. Он прыгнул в стоявший у берега струг, за ним устремился один из воинов Кучума, вооруженный копьем; в схватке атаман стал одолевать татарина, но получил удар в горло и погиб. 90 человек из дружины Ермака спаслись бегством.■



Казаки под предводительством Ермака, прокладывающие путь в Сибирское ханство. В. И. Суриков. 1895 г.

Русские землепроходцы

За 3,5 года Д. С. Пянда прошел новыми речными путями около 8 тыс. км и положил начало открытию русскими Восточной Сибири. Он обследовал Нижнюю Тунгуску приблизительно на 2300 км и доказал, что верховья ее и Лены сближаются, и через открытый им Чечуйский волок русские вскоре начали проникать на Лену. Он первый указал русским на удобный путь от верхней Лены к Ангаре.

Д. С. Пянда, один из «гулящих людей» в Мангазее, владевший неведомо откуда добытыми средствами, прибыл из Енисейского острога. Собрав группу «гулящих людей» в 40 человек, он отправился в Туруханск для скупки пушнины. Коренные жители Енисейского края посещали Туруханск для обмена пушнины на русские товары. Приходили они иногда из очень далеких районов и рассказывали, что к Нижней Тунгуске на востоке подходит другая великая река, на которой живет «много народов», и река та Елюенэ, что по-эвенкийски означает «Большая река», «угодна и обильна». В то же время в Мангазее и в русских зимовьях на Енисее начали распространяться известия о другой большой реке к востоку от Енисея. Вот что было записано со слов местного «князьца» (старейшины) в декабре 1619 г.: «... та река великая, а имени он не знает, а ходят тою рекою суда большие, и колокола на них великие есть... и из пушек с тех... судов стреляют...» Это сообщение не могло относиться к Лене, на которой до прихода русских не плавали суда, имеющие на борту пушки, да и вообще не появлялись люди «с огневым боем». Возможно, эти слухи отражали через десятки посредников действительные факты — о плаваниях по Амуру китайских судов.

Вряд ли туруханские промышленники искали на неведомой восточной великой реке встречи с хорошо вооруженными судами, принадлежавшими бог весть какому народу. Но их соблазняли иные рассказы (вполне достоверные) об обильных охотничьих угодьях, суливших им огромную добычу, в особенности если они первыми придут на реку Лену. Вести о судах, вооруженных пушками, предостерегали русских от слишком поспешного похода на юго-восток, но надежда на обогащение понуждала к быстрому походу. Этими двумя противоречивыми побуждениями объясняются неровные темпы продвижения отряда Пянды.■

К 1620 г. Пянда с другими русскими построил несколько стругов и в начале лета двинулся из Туруханска вверх по Нижней Тунгуске. Широкая полноводная река текла в высоких, покрытых лесом берегах, и с севера и юга в нее впадали таежные реки. В двух-трех местах пришлось преодолеть небольшие пороги, но в общем подъем по ре-

В 30-х гг. XVII в. из Якутска русские двигались в поисках «новых землиц» не только на юг и на север — вверх и вниз по Лене, но и прямо на восток, отчасти под влиянием смутных слухов, что там, на востоке, простирается теплое море. Кратчайший путь через горы от Якутска к Тихому океану нашла группа казаков из отряда томского атамана **Д. Е. Копылова**. В 1637 г. он проследовал из Томска через Иркутск на восток.

Речным путем, уже разведанным землепроходцами, его отряд весной 1638 г. спустился по Лене до Алдана и пять недель на шестах и бечевою поднимался по этой реке — на сто верст выше устья Маи, правого притока Алдана. Остановившись на Алдане, Копылов 28 июля поставил Бутальское зимовье. От шамана с верхнего Алдана через переводчика он узнал о реке «Ширкол, или Шилкор», протекающей южнее, недалеко за хребтом; на этой реке живет де много «сиделых», т. е. оседлых, людей, занимающихся хлебопашеством и животноводством. Речь, несомненно, шла о реке Амуре. И поздней осенью 1638 г. к верховьям Алдана Копылов отправил партию казаков с задачей разыскать «Чиркол», но голод заставил их вернуться.

В мае 1639 г. на разведку к «морю-океану», но уже с проводниками-эвенами отправилась другая партия — во главе с томским казаком **И. Ю. Москвитиным**.■



Восточная Сибирь.



Таежная река на севере Сибири.

ке проходил сравнительно быстро, пока русские не достигли района, где долина Нижней Тунгуски суживается и круто меняет направление на юг. В этом месте, выше устья Илимпеи, у порогов их задержал затор плавника. Русские думали, что тунгусы нарочно преградили им путь по реке срубленными деревьями. Отряд решил остановиться в зимовье, которое еще в середине XVIII в. местные жители называли Нижним Пяндиным. Тунгусы часто совершали на него набеги, но русские легко отражали их «огневым боем». Летом 1621 г. отряд Пянды лишь на несколько десятков километров поднялся по реке на стругах и немного ниже Средней Кочемы (у 60° с. ш.) построил Верхнее Пяндино зимовье. В 1622 г., когда река вскрылась, отряд Пянды поднялся по ней еще несколько сотен километров (до 58° с. ш.) и здесь третий раз остановился на зимовку.■

Весной 1623 г. отряд Пянды перетащил на Лену (или построил) там новые струги и двинулся вниз по реке «за льдом», т. е. сразу же после ледохода. Точно неизвестно, до какого места дошел Пянда, вероятнее всего до того района, где могучая река поворачивает на север, выходит на равнину (Центральноякутскую). Эта местность была более населена, чем пройденные ранее области. Здесь среди нового для русских народа — якутов — Пянда не решился оставаться на зимовку с небольшим отрядом. Он повернул обратно, поднялся по реке до Чечуйского волока, но не перешел на Нижнюю Тунгуску, а решил разведать новый путь.

Пянда поднялся по верхней Лене до того пункта, куда еще можно дойти на легких судах. Там отряд прошел прямо на запад через степи, населенные скотоводами — братами (бурятами), до большой реки (Ангары), текущей прямо на север. В верхнем течении она замерзает очень поздно, обычно во второй половине декабря. Поэтому русские, если они осенью достигли Ангары, вероятно близ устья Уды, имели еще время построить новые легкие временные суда и начать сплав за несколько недель до ледостава. Отряд Пянды плыл вниз по широкой полноводной реке, быстро катившей в крутых таежных берегах свои воды.

На участке, где Ангара делает излучину, ниже устья ее большого южного притока (Оки), промышленники с опаской, но благополучно миновали ряд больших падунов (порогов). За ними течение стало спокойнее, и река круто повернула на запад, к Енисею.

Нижнюю Ангару русские начали посещать — для сбора ясака среди местных эвенков — не позднее 1618 г. Они назвали ее Верхней Тунгуской. Пянда был первым русским, проследившим течение Ангары почти на 1400 км от истока и доказавшим, что она и Верхняя Тунгуска — одна и та же река.■

Казаки Москвитина открыли и ознакомились с большей частью материкового побережья Охотского моря на протяжении 1700 км. Москвитинцы прошли через устья многих рек, и из них река Охота не самая большая и не самая полноводная. Тем не менее открытое и частично обследованное ими море, которое первые русские нарекли Ламским, позднее получило название Охотского, может быть, по реке Охота, но вероятнее по Охотскому острогу.■

Слухи о богатствах Даурии все умножались, и в июле 1643 г. первый якутский воевода **П. Головин** послал на «Шилкор» 133 казака с пушкой под началом «письменного головы» **В. Д. Пояркова**. Во время этой трехлетней экспедиции Поярков проделал около 8 тыс. км, потеряв 80 человек из 133. Поярков собрал ценные сведения о народах, живущих по Амуру. Дело, начатое Поярковым, продолжил **Е. П. Хабаров**, крестьянин из-под Устюга Великого.■

Экспедиция **С. И. Дежнёва – Ф. А. Попова** обнаружила пролив между Северным Ледовитым и Тихим океанами. Тем самым доказала, что они не соединяются. Дежнёв и Попов первыми плавали в Чукотском море и водах северной части Тихого океана.■



Бурундук.

В. Беринг – А. Чириков: первая Камчатская экспедиция

Почти перед самой смертью, в конце 1724 г., Петр I вспомнил «то, о чем мыслил давно и что другие дела предпринять мешали, то есть о дороге через Ледовитое море в Китай и Индию... Не будем ли мы в исследованиях такого пути счастливее голландцев и англичан?..» Именно в «исследованиях», а не в «отыскании», т. е. открытии. На географических чертежах начала XVIII в. Чукотка показывалась как полуостров.

Петр I и его советники знали о существовании пролива между Азией и Америкой. Начальником экспедиции царь поставил капитана 1-го ранга (позднее он стал капитан-командором) Витуса Йонассена (он же Иван Иванович) Беринга, выходца из Дании, сорока четырех лет, уже двадцать один год состоявшего на русской службе.

Первая Камчатская экспедиция в составе 34 человек отправилась из Петербурга в Охотск (через Сибирь) 24 января 1725 г. Участники два года шли на лошадях, пешком, на судах по рекам. Морозы были жестокие, запасы провизии истощались. Команда мерзла, голодала; люди ели падаль, грызли кожаные вещи. 15 человек умерли в пути, многие дезертировали.

В Охотск передовой отряд во главе с В. Берингом прибыл 1 октября 1726 г. Так как в Охотске разместиться было негде, пришлось строить избы и сараи, чтобы дотянуть до конца зимы.

Мореплаватели в арктических водах.



Карта Арктики XIX в. Все дальше и дальше на север пробивались корабли путешественников.



По секретной инструкции, написанной самим Петром I, **В. Беринг** (1681 – 1741) должен был «на Камчатке или в другом... месте сделать один или два бота с палубами»; на этих ботах плыть «возле земли, которая идет на норд (север)... искать, где оная сошлась с Америкой... и самим побывать на берегу... и, поставя на карту, приезжать сюда». Какую землю, простирающуюся на север, имел в виду Петр I? В распоряжении царя была карта «Камчадалии», составленная в 1722 г. нюрнбергским картографом **И. Б. Гоманом**. На ней близ побережья Камчатки нанесен большой массив суши, протягивающийся в северо-западном направлении. Об этой мифической «Земле Жуана-да-Гамы» и писал Петр I. Иными словами, Петр I ставил перед экспедицией Беринга задачу достичь этой земли, пройти вдоль ее побережья, выяснить, соединяется ли она с Северной Америкой, и проследить побережье материка к югу до владений европейских государств.■

Во время многотысячеверстного пути через пространства России лейтенант **А. И. Чириков** определил 28 астрономических пунктов, что позволило впервые выявить истинную широтную протяженность Сибири, а следовательно, и северной части Евразии.■



В начале сентября 1727 г. на двух небольших судах экспедиция перешла в Большерецк. Оттуда значительную часть груза до начала зимы переправили в Нижнекамчатск на ботах (лодках) по рекам Быстрой и Камчатке, а зимой остальное перебросили на собачьих упряжках. Собак отнимали у камчадалов, в результате многие из них были разорены и обречены на голод.

В Нижнекамчатске к лету 1728 г. закончили постройку бота «Святой Гавриил», на котором 14 июля экспедиция вышла в море. В. Беринг направил судно на север вдоль побережья полуострова, а затем на северо-восток вдоль материка. В результате заснято более 600 км восточного берега полуострова, выявлены полуострова Камчатский и Озерной, а также Карагинский залив с одноименным островом (на карте экспедиции эти объекты не названы, а их очертания сильно искажены). Моряки положили на карту также 2500 км береговой линии Северо-Восточной Азии. Вдоль большей части побережья они отметили высокие горы, и летом покрытые снегом, подступающие во многих местах прямо к морю и возвышающиеся над ним подобно стене. У южного берега Чукотского полуострова 31 июля — 10 августа они открыли залив Креста, бухту Провидения и остров Святого Лаврентия. Беринг не стал высаживаться на острове и не подошел к чукотскому побережью, а двинулся к северо-востоку. Погода стояла ветреная и туманная. Землю на западе моряки усмотрели лишь днем 12 августа. Вечером следующего дня, когда судно находилось южнее широты мыса Дежнёва, Беринг, не видя ни американского берега, ни поворота на запад чукотского, вызвал к себе в каюту лейтенантов А. Чирикова и М. Шпанберга. Он приказал им письменно изложить свое мнение о том, можно ли считать доказанным наличие пролива между Азией и Америкой, следует ли двигаться далее к северу и как далеко.

Далее Беринг решил двигаться к северу. Днем 14 августа, когда ненадолго прояснилось, на юге была усмотрена земля, очевидно, остров Ратманова, а чуть позже почти на западе — высокие горы (скорее всего, мыс Дежнёва). 16 августа моряки прошли пролив и находились уже в Чукотском море. В Беринговом проливе и (ранее) в Анадырском заливе они выполнили первые измерения глубин — всего 26 промеров. Затем Беринг повернул назад, проявив разумную предусмотрительность.■

Еще одну зиму провел Беринг в Нижнекамчатске. Летом 1729 г. он сделал слабую попытку достичь американского берега, но 8 июня, через три дня после выхода в море, пройдя в общем на восток чуть больше 200 км, из-за сильного ветра и тумана приказал вернуться. Вскоре, правда, установилась ясная погода, но капитан-командор не изменил своего решения, обогнул с юга Камчатку и 24 июля прибыл в Охотск. Во время этого плавания экспедиция описала южные берега полуострова на протяжении более 1000 км между реками Камчатка и Большая, выявив Камчатский залив и Авачинскую губу. С учетом работ 1728 г. съемка впервые охватила свыше 3,5 тыс. км западного побережья моря, позднее названого Беринговым.■

Нельзя достоверно знать, разделяются ли морем Азия от Америки, если не дойти до устья Колымы или до льдов, «что в Северном море всегда ходят», – считал А. И. Чириков. Он советовал идти «подле земли... до мест, показанных в указе Петра I». Если же берег будет простираться к северу или начнутся противные ветры, то 25 августа искать место лучше всего «против Чукотского Носу, на земле... [где] имеется лес». Иными словами, Чириков советовал двигаться непременно вдоль побережья, если не помешают льды или оно не повернет к западу, а место для зимовки подыскать на американском берегу, т. е. на Аляске, где, по показаниям чукчей, есть лес и, следовательно, можно заготовить дрова на зиму.

М. Шпанберг предложил из-за позднего времени идти на север до 16 августа, а затем повернуть обратно и зимовать на Камчатке. Беринг решил двигаться далее, к северу.■

Итоговую карту плавания В. Беринг составил вместе с А. Чириковым и мичманом **П. Л. Чаплиным**. Эта карта, высоко оцененная таким специалистом, как Д. Кук, значительно превосходила своих предшественниц по точности и достоверности изображения побережья в тех случаях, когда судно двигалось близ берега.■

Смерть Витуса Беринга.



Джеймс Кук: кругосветные путешествия

В 1768 г. Британское адмиралтейство приступило к организации южной тихоокеанской экспедиции; поводом для нее стали наблюдения за прохождением планеты Венера через солнечный диск 3 июня 1769 г.

Адмиралтейство считало, что начальником предполагаемой экспедиции должен быть не ученый, а опытный военный моряк. Речь шла сначала о разведке, для которой хватит одного судна. Поэтому, когда влиятельные люди, знавшие Джеймса Кука, предложили его кандидатуру, она была принята. Останавливало только его «низкое» происхождение: сын батрака, простой матрос, выслужившийся к сорока годам до чина лейтенанта, станет командовать офицерами-джентльменами. Но победили практические соображения. Кук не выдвигал перед адмиралтейством никаких условий. Он обладал всеми качествами, необходимыми для такой экспедиции: плавал в холодных, умеренных и тропических водах, у берегов исследованных и малоизученных земель, был не только морским офицером, но и гидрографом и даже астрономом-практиком. Как видно из дневников и других записей Кука, ум у него был логический и пытливый, наблюдательность большая, рассуждение стройное. Из множества фактов он умел отобрать существенные, сопоставлял и противопоставлял их и приходил к выводам, делающим честь его проницательности. Кук согласился идти в такое далекое и опасное плавание не на большом военном или торговом корабле, а на обыкновенном грузовом судне, которое сами господа из адмиралтейства вряд ли тогда считали вполне подходящим для этой цели.■





Хронометр Харрисона. До изобретения морского хронометра определение корабля по долготе было очень трудным.

Гора в Новой Зеландии, носящая имя Кука.



Капитан Джеймс Кук (1728 – 1779).

В мае 1768 г. из кругосветного плавания вернулся английский капитан **С. Уоллис**. Он так превозносил открытый им остров Таити, что адмиралтейство сочло остров наиболее удобным местом для наблюдения за прохождением Венеры через солнечный диск. Но это было лишь ширмой для плавания, целью которого было открытие южного континента и присоединение новых территорий к Британской империи. После Семилетней войны Англия господствовала на атлантических путях и заняла прочные позиции на Индийском океане. Но Франция не считала себя побежденной на море. Оставался еще Тихий океан. Английское правительство было встревожено тем, что в 1767 г. туда во главе большой французской экспедиции отправился **Л. Бугенвиль**. Снова там начали проявлять активность и испанцы, союзники французов. Адмиралтейство стремилось в первую очередь воспрепятствовать захвату новых земель другими морскими державами и создать на тихоокеанских путях английские опорные пункты, чтобы затем установить британский контроль и над этим океаном, а также надеялось на открытие обитаемых земель.■

26 августа 1768 г. «Индевор» («Попытка») вышел из Плимута, 13 ноября прибыл в Рио-де-Жанейро и 7 декабря отплыл к югу. 16 января 1769 г. у юго-восточной оконечности Огненной Земли Кук укрылся от бури в бухте Буэн-Сусесо. Там он и его спутники высадились на берег, где впервые встретились с огнеземельцами. 21 января, когда буря утихла, «Индевор» оставил бухту, 25 января обогнул мыс Горн и 13 апреля стал на якорь у Таити. 3 июня при исключительно благоприятной погоде Ч. Грин произвел астрономические наблюдения над всеми фазами прохождения Венеры через диск Солнца. 26 июня — 1 июля Кук вместе с Д. Банксом на шлюпке обогнул весь остров. 9 июля Кук покинул Таити, взяв с собой смышленого полинезийца Тупию (Тупайю) и его мальчика-слугу. Тупия оказал во время плавания ценные услуги как проводник по Океании, как переводчик и часто как посредник между англичанами и полинезийцами. По его указаниям и благодаря карте, им вычерченной, 14 июля — 9 августа к северо-западу от Таити были открыты четыре небольших острова. Кук назвал эту группу островами Общества (в честь Лондонского Королевского общества); позднее к ним стали причислять ряд западных атоллов, затем Таити и южные острова. Пользуясь картой Тупии, Кук прошел на юг и 14 августа открыл небольшой остров Руруту, из цепи Тубуаи.

Кук сначала искал материк к югу от Таити и, не найдя здесь и признаков земли, 2 сентября повернул на запад. Пройдя в тридцатых широтах по «пустому» океану более 2,5 тыс. км, «Индевор» 8 октября 1769 г. подошел к неизвестной земле и три дня стоял на якоре в бухте «Поверти». В отдалении он отметил «очень высокие горы».

Кук обследовал соседние берега и убедился, что перед ним большая земля, но не знал, остров это или часть Южного материка. 15 ноября 1769 г. Кук объявил о присоединении этой страны к британским владениям.

10 января 1770 г., после того как Кук обошел северо-западный выступ Новой Зеландии — полуостров Окленд, он заметил, что характер берега изменился: вместо унылой низменной и песчаной полосы «поверхность суши довольно высокая, много леса и зелени». Через три дня Кук увидел на небольшом полуострове гору Эгмонт (2518 м) с вершиной, в разгаре лета покрытой снегом, а 15 января вошел «в очень широкий и глубокий залив». Обследуя его берега, Кук 23 января, «взобравшись на возвышенность, увидел перед собой водное пространство, которое было Восточным морем. Пролив или проход из него в Западное (Тасманово)





Островитянин предлагает матросу омара в обмен на кусочек белой материи.

Дневники участников экспедиции начинают заполняться записями о внешнем виде, поведении и образе жизни островитян, почти или совершенно не тронутых европейской культурой. Англичане делали также зарисовки и собирали вещевой материал: оружие, одежду и обувь, домашнюю утварь, украшения, музыкальные инструменты, предметы религиозного культа и т. д. Конечно, за редкими исключениями, моряки собирали эти предметы вовсе не с научной целью, а из корыстных соображений. Сам Кук неоднократно отмечал, с какой поразительной жадностью его люди — «джентльмены» и простые матросы — производили обмен с островитянами, получая за гвоздь, железный крючок, тряпку, кусок битого стекла и т. п. экзотические предметы, которые они рассчитывали сбыть по высокой цене коллекционерам.■

(Слева.) Таитянская слива. Такое название дереву дали члены экспедиции Кука.





Рисунки рыб, сделанные художником Паркинсоном на Таити.



Бухта на Таити, где стали на якорь корабли Кука.

море был чуть к востоку от входа в бухту, где мы отдали якорь». Кук назвал его проливом Королевы Шарлотты — теперь пролив Кука. Закончив ремонт корабля, он 7 — 8 февраля вышел этим проливом в Восточное море, к южной оконечности исследуемой земли — мысу Паллисер. За ним побережье повернуло на север, и Кук вновь прибыл к мысу Тернагейн. Итак, по крайней мере часть тасмановой Новой Зеландии оказалась не выступом южного континента, а большим островом, обойденным «Индевором». Однако земля к югу могла быть частью материка, и Кук пошел вдоль ее восточного берега, но и она оказалась островом, еще более крупным, чем Северный.■

1 апреля 1770 г. Кук оставил Новую Зеландию, с тем чтобы взять курс на запад. Но сильный ветер отбросил «Индевор» далеко к северу. 19 апреля 1770 г. англичане увидели землю на 550 км севернее, чем Тасман. «Она имеет довольно приветливый вид, — записывает Кук на следующий день. — Умеренной высоты холмы и гряды гор чередуются с равнинами и долинами, на которых виднеются небольшие лужайки. Однако большая часть местности покрыта лесом». Австралийский мыс, обнаруженный первым, получил имя его первооткрывателя — лейтенанта Хикса (у юго-восточной оконечности материка). От этого пункта Кук двинулся к северу, держась близ побережья и ведя съемку.

28 апреля — 6 мая англичане заготовляли дрова и набирали воду в «удобном и надежном заливе», который Кук назвал Ботани (Ботаническим). 6 мая, выйдя в дальнейший путь, он в нескольких километрах к северу от Ботани увидел другой залив, названный им Порт-Джексон. (Основанный там англичанами в 1788 г. город Сидней теперь «дотянулся» до залива Ботани.) 17 мая моряки прошли мимо острова Мортон и обнаружили за ним залив Мортон. 23 мая «Индевор» обогнул остров Фрейзер и мореплаватели открыли широкий залив (Херви). 26 мая за Южным тропиком англичане вступили в полосу, окаймленную Большим Барьерным рифом. Значительную часть этой опасной полосы удалось благополучно пройти, но 11 июня «Индевор» напоролся на риф. Пришлось выбросить за борт шесть пушек и часть полезного груза — всего около 50 т. К северу нашли гавань и простояли там восемь недель, ремонтируя корабль, получивший пробоину. Пищи вполне хватало, так как здесь были богатые рыбные угодья и много черепах.

6 августа «Индевор» вышел в море. Судно двигалось лишь днем, и все же в этой опаснейшей акватории, названной Куком «Лабиринтом», 16 августа едва не напоролось на риф. Кук вел корабль в мелководной береговой полосе, усеянной рифами, и 21 августа увидел мыс Йорк и группу небольших островов. За ними 22 августа открылся широкий (Торресов) пролив, ведущий на запад. Теперь уже не оставалось сомнений, что пройденный берег — это восточное побережье Новой Голландии, а мыс Йорк — его северная оконечность. Таким образом, Кук проследил почти на всем протяжении (2300 км) гряду Большого Барьерного рифа.

Коренные жители страны — маори — говорили на языке, сходном с таитянским. Во время первой высадки на берег матросы, охранявшие шлюпку, убили мужчину, «готовящегося метнуть копье в шлюпку». На второй день Кук приказал убить другого, и моряки стреляли по маори и ранили троих.■

Людей — темнокожих, почти черных — на берегу моряки увидели издали 22 апреля, но первая встреча с восточными австралийцами произошла во время высадки на берег 29 апреля. Они стояли на гораздо более низкой ступени культуры, чем жители островов Общества и Новой Зеландии, ходили совершенно голыми. Одни обращались в бегство при виде англичан, другие подходили к ним.■

Татуировка на лице и теле аборигена свидетельствовала о принадлежности его к определенной социальной группе. Рисунок Сиднея Паркинсона.





Пурпурно-венцовый голубь. Рисунок Сиднея Паркинсона.



Плоды острова Таити.

Двигаясь вдоль высокого и скалистого западного побережья с многочисленными фьордами, судно вернулось к проливу Королевы Шарлотты 27 марта 1770 г. Кук не уступил настойчивым просьбам команды зайти в один из фьордов. Он справедливо опасался, что корабль долго не сможет выбраться из этой погодной ловушки: в то время здесь преобладали западные ветры. Закончив обход острова Южный, Кук установил, «что непрерывная цепь гор пересекает (этот) остров на всем его протяжении», и, таким образом, завершил открытие Южных Альп. За полгода «Индевор» описал гигантскую — длиной около 4,5 тыс. км — восьмерку вокруг Новой Зеландии.

Во время плавания в 30 — 40-х широтах Д. Кук «закрыл» последний неизвестный материк, который еще надеялись найти в умеренной зоне Южного полушария, открыл и положил на карту огромный двойной остров Новая Зеландия. Координаты Новой Зеландии с большой точностью были определены астрономом Ч. Грином.■

2 октября «Индевор» подошел к Яве и находился там до 15 января 1771 г. За это время и в Индийском океане от тропической лихорадки умер 31 человек, в том числе Тупия, между тем как за все время плавания в Тихом океане Кук потерял только одного человека: на борту никто из команды не болел цингой благодаря режиму питания, введенному капитаном. 13 июля 1771 г. он вернулся в Англию, завершив кругосветное плавание, продолжавшееся почти три года. На итоговой карте плавания Кук показал Тасманию и «Новую Голландию» (Австралию) как единое целое. Однако в судовом журнале он высказал предположение, что они разделены проливом.■

На поиски южного материка была отправлена вторая экспедиция Кука. Южный материк мог все-таки существовать, «свидетелями» чему были земли или миражи, усмотренные некоторыми мореплавателями на субантарктических широтах — за 50° ю. ш. Особое внимание адмиралтейство уделяло «Земле Обрезания», указанной в Буве. Такие земли считались или выступами (полуостровами) южного материка, или островами, близкими к нему.■

13 июля 1772 г. два корабля «Резольютек» и «Эдвенгер» оставили Плимут и 30 октября прибыли к мысу Доброй Надежды, в Капстад (ныне Кейптаун). Там Куку сказали, что на меридиане острова Маврикий за восемь месяцев до того француз Ив Кергелен-Тремарек открыл какую-то землю. 23 ноября суда пошли прямо на юг — отыскивать «Землю Обрезания». Через несколько дней сильным западным ветром их стало относить на восток. 7 декабря подул свежий ветер, перешедший в шторм. Температура резко упала до –3°С.



Травяные деревья Австралии.

Куполообразные вершины хребта Бангл-Бангл в Австралии.



В полдень 17 января 1773 г. впервые в истории человечества суда Кука пересекли Южный полярный круг, не дойдя примерно 150 км до побережья Антарктиды, омываемого морем Космонавтов (близ 40° в. д.).
18 декабря 1773 г. в снежную погоду, в тумане Кук вторично пересек полярный круг и 23 декабря остановился перед «непреодолимым ледяным барьером». Погода была тихая, море спокойное, шел мокрый снег. «Все страдали от холода. Густой туман непроницаемой пеленой пал на студеное, покрытое сплошными льдами море... Возможности пробиться далее к югу не было». И Кук временно отступил и снова пошел к югу.■

26 января 1774 г. он в третий раз пересек полярный круг, а 30 января достиг при ясной погоде и свежем северном ветре 71°10′ ю. ш. Как мы знаем теперь, он находился приблизительно в 200 км от ближайшего выступа Антарктиды — полуострова Терстон, разделяющего моря Беллинсгаузена и Амундсена. В 4 часа утра на юге моряки заметили ослепительно белую полосу — предвестник близких ледяных полей. Вскоре с грот-мачты они увидели сплошной ледяной барьер, простиравшийся с востока на запад на необозримое пространство. Вся южная половина горизонта сияла и сверкала холодными огнями. Кук насчитал 97 вершин и пиков вдоль кромки ледяного поля. Некоторые из них казались очень высокими, и гребни этих ледяных гор едва различались в пелене низких туч и молочно-белого тумана. Кук и большинство его спутников пришли к выводу, что обнаруженное ими грандиозное ледяное поле продолжается на юг до полюса или где-то в высоких широтах достигает какой-то земли.
10 ноября 1774 г. «Резольюшен» снялся с якоря и пошел на юго-восток, а за 55-й параллелью — прямо на восток. С 22 ноября до 17 декабря Кук нигде не видел признаков суши, пока не подошел к Огненной Земле. Он первый выполнил плавание через Тихий океан в этих широтах, но отмечал, что ему «еще никогда не приходилось совершать столь значитель-



Корабли Кука на якоре в Матавай-Бей на Таити.

Первые плавучие льды Кук встретил 10 декабря, а затем начали попадаться большие ледяные поля. 13 декабря корабли были на широте «мыса Обрезания», но разыскивать «Землю Обрезания» он счел нецелесообразным. Температура понизилась до −3°С. На случай разлуки с капитаном второго судна **Ф. Фюрно** в тумане или при пасмурной погоде Кук указал ему пункты встречи. Лавируя среди айсбергов, корабли все же шли на юг, подвергаясь большой опасности. Показались огромные ледяные поля, которые приходилось огибать, уклоняясь на десятки миль на восток. Среди команды появились больные с признаками цинги. 29 декабря Кук решил идти на запад, чтобы узнать, остров там или выступ материка. 1 января 1773 г. Кук пересек этот меридиан при исключительно ясной погоде, но нигде не было видно признаков земли. Тогда он повернул на юг.



Прибор для ориентировки по небесным светилам.

После безуспешных поисков земли в более северных широтах Кук решил дать отдых команде и направился к бухте юго-западного побережья Новой Зеландии, где провел почти месяц. Затем он обследовал «белое пятно» к востоку от нее — в пределах 39 — 47° ю. ш. и после 20-дневного напрасного ожидания Ф. Фюрно в «своем» проливе в одиночестве вернулся в антарктические воды.■



ный переход, во время которого случилось бы так мало интересного...».

Кук не входил в Магелланов пролив, а обследовал западное и южное побережье архипелага Огненной Земли. С 3 по 6 января он искал большую землю, которую видели якобы к юго-востоку от Эстадос и условно наносили на карты. Не найдя ее, Кук повернул на север, чтобы искать другую землю, открытую 29 июня 1756 г. капитаном испанского купеческого корабля «Леон», на котором плавал А. Далримпл. Долгота ее показывалась по английским источникам различно, и поэтому Кук сомневался в ее существовании. Однако 16 января 1775 г. он нашел сушу, на следующий день высадился на берег, провозгласил новую землю британским владением и окрестил Южной Георгией.

19 января, следуя на юго-восток вдоль берега Южной Георгии, Кук усмотрел там высокие горы; покрытые льдом вершины достигали облаков. На следующий день, обогнув Южную Георгию, он увидел на северо-западе тот мыс, с которого начал осмотр. Итак, открыт был остров, и притом не очень большой (4770 км^2). На юго-востоке виднелась земля, закрытая густым туманом. 23 января Кук перешел к ней, но обнаружил лишь группу скалистых островков, которые назвал скалами Кларк.

Продолжая идти на юго-восток, Кук 28 января достиг 60°04′ ю. ш., 29°23′ з. д. и, встретив здесь много ледяных гор с плоской поверхностью, повернул на северо-запад. 1 февраля он обнаружил высокий берег, простирающийся на восток-юго-восток. Гигантские вершины, покрытые снегом, терялись в облаках. Кук, крейсируя там до 6 февраля, решил, что «открытые нами берега... были либо группой островов, либо оконечностью материка», и назвал их Землей Сандвича — в честь Д. М. Сандвича, тогдашнего первого лорда адмиралтейства. Итак, после незавершенного обследования Земли Сандвича Кук еще допускал, что она может оказаться выступом южного материка. Затем он пересек в 50-х широтах меридиан, указанный Буве, прошел дальше на восток еще на 13°, не встретив признаков суши, и пришел к убеждению (неправильному), что Буве «принял за берега земли ледяной остров». 23 февраля он повернул на север. А 29 июля 1775 г. «Резольюшен» вошел в английскую гавань после плавания, продолжавшегося 3 года 18 дней.

Кук признавал наличие антарктической суши, но отодвигал ее слишком далеко к полюсу и не видел никакого практического интереса в ее открытии. Впрочем, сам он не верил, что какой-либо смертный может совершить в Антарктике больше, чем совершил он. «Риск, связанный с плаванием в этих необследованных и покрытых льдами морях в поисках материка, — писал он, — настолько велик, что я смело могу сказать, что ни один человек никогда не решится проникнуть на юг дальше, чем это удалось мне. Земли, что могут находиться на юге, никогда не будут исследованы...» Но такие люди нашлись, а изучение антарктического материка началось еще на парусных судах менее чем через полвека после того, как Кук писал эти горделивые, но непророческие слова.■

Кук записал в журнале: «Стремление достичь цели завело меня не только дальше всех... моих предшественников, но и дальше предела, до которого... может вообще дойти человек, но я не огорчен встречей с этой преградой, ибо в какой-то степени она избавляет нас от опасностей и лишений, неизбежных при плавании в южных полярных районах. Мы уже не могли ни на один дюйм продвинуться далее к югу, и поэтому мне не нужно приводить никаких иных доводов, чтобы объяснить необходимость... возвращения к северу».■

Таблитчатые айсберги Кук назвал «ледяными островами» и предсказал существование особых ледниковых образований, их порождающих. Шельфовый ледник у берегов Антарктиды был открыт 66 лет спустя **Д. Россом**.■



Арктический паковый лед.

Жители Огненной Земли в хижине.



Вскоре после возвращения Кук был повышен в чине до капитана 1-го ранга и принят в члены Королевского общества. Его назначили правителем Гринвичского морского госпиталя — спокойное, но малопривлекательное для Кука место. По существу, это означало хотя и почетную, хорошо оплачиваемую, но все же отставку. К этому времени парламент постановил, что премия в 20 тыс. фунтов стерлингов будет выдана всякому английскому кораблю, который найдет проход между океанами выше 52° с. ш. Этому открытию англичане придавали теперь государственное значение из-за продвижения к Северо-Западной Америке русских с запада и испанцев с юга. Британское адмиралтейство решило отправить на поиски северного прохода два судна. И 10 февраля 1776 г. Кук пишет письмо с просьбой назначить его начальником новой экспедиции.■



14 июля 1776 г. Кук вышел из Ла-Манша в океан и 18 октября прибыл к мысу Доброй Надежды. Там он дождался Кларка, командира второго корабля. Они простояли у мыса до 5 декабря, проводя ремонт обоих судов и пополняя запасы продовольствия. 52 дня англичане шли через Индийский океан. На пути они увидели острова Марион, Крозе и Кергелен, открытые в 1771 г., но сами не нашли ничего нового. 26 января 1777 г. они подошли к юго-восточному берегу Вандименовой Земли, где после Тасмана в 1772 г. побывали французы Никола Марион-Дюфрен и Жюльен Крозе, и простояли там до 30 января. Продолжая плавание, корабли 12 февраля достигли того пункта Новой Зеландии, где были убиты 10 моряков из команды Фюрно. Кук узнал, как они погибли, и решил не применять оружия против новозеландцев, рассчитывая вернуться и не желая восстанавливать их против себя.

25 февраля экспедиция направилась на северо-восток, нашла в конце марта два обитаемых острова – Мангаиа и Атиу, где жители понимали таитянский язык, и один необитаемый (Такутеа), подошла к атоллам Херви и две недели обследовала водное пространство к западу и северо-западу до атолла Палмерстон, завершив открытие южных островов.

Медленно шли корабли от острова к острову. Кук проявил тут не свойственную ему бездеятельность, длившуюся четыре месяца. Видимо, он просто устал, потерял вкус к новым открытиям и вполне сознательно позволил себе и другим расслабиться перед предстоящим тяжелым плаванием в северной части Тихого океана. 8 декабря корабли направились на север.■

Кук считал, что с точки зрения адмиралтейства он только с этого момента начинает «плавание для открытий». 24 декабря за экватором увидели несколько атоллов. А так как на следующий день наступало Рождество, Кук дал этой группе название Кристмас («Рождество»); оно укрепилось за главным островом длинной цепи Лайн (Центральные Полинезийские Спорады). 2 января 1778 г. англичане двинулись оттуда на север и не видели земли 16 дней. 18 января на рассвете за 21° с. ш. показалась высокая земля, и уже на следующий день Кук обнаружил, что она состоит из нескольких островов, названных им Сандвичевыми. Это бы-



Таким хронометром пользовался Кук в последнем плавании.

Сам Кук с законной гордостью подвел итог результатам своего второго (антарктического) кругосветного плавания: «Я (первый) обошел Южный океан в высоких широтах и... неоспоримо отверг возможность существования здесь материка, который если и может быть обнаружен, то лишь вблизи полюса, в местах, не доступных для плавания... Я не стану отрицать, что близ полюса может находиться континент или значительная земля. Напротив, я убежден, что такая земля там есть и, возможно, что мы видели часть ее (Земля Сандвича)... Это земли, обреченные природой на вечную стужу, лишенные тепла солнечных лучей. Но каковы же должны быть страны, расположенные еще дальше к югу?.. Если кто-либо обнаружит решимость и упорство, чтобы разрешить этот вопрос, и проникнет дальше меня на юг, я не буду завидовать славе его открытий. Но должен сказать, что миру его открытия принесут не много пользы».■



ла центральная группа Гавайской цепи, в том числе Оаху (1548 км²), Кауаи (1416 км²), и небольшого острова Ниихау. 19 января несколько лодок подошло к кораблям.

Жители острова говорили на языке, сходном с таитянским. Все они были люди смуглые, крепкого сложения, держались мирно, поэтому убийство одного гавайца английским офицером, посланным за водой, вызвало крайнее неудовольствие Кука.

Поднявшись на корабль, островитяне удивлялись всему увиденному там больше, чем жители любых других островов, посещенных Куком. «Это свидетельствовало о том, что прежде они никогда не бывали на борту корабля». Однако гавайцы были знакомы с железом, пользовавшимся большим спросом. Кук обратил на это особое внимание, так как на всех других островах Полинезии жители еще ничего не знали о железе. Между тем гавайцы понимали, что железные орудия гораздо более пригодны для сверления или резания, чем любое другое орудие, производимое в их стране, и просили у англичан железа. У гавайцев моряки видели несколько железных предметов — судовые гвозди и, скорее всего, обломки широких рыбацких ножей.■

По преданиям самих гавайцев, железные предметы попали к ним за 250 лет до посещения Д. Кука, т. е. примерно в XVI — XVII вв., с двумя-тремя группами людей. Они прибыли на Гавайи на лодках или плотах и не понимали местного языка. Кто они: японские ли рыбаки, отброшенные штормом в океан и унесенные затем течением более чем на 5 тыс. км от Японии; потерпевшие ли кораблекрушение испанские или португальские мореплаватели, либо провинившиеся моряки, высаженные с судов? Эти пришельцы обычно навсегда поселялись на Гавайских островах и обзаводились семьями. Правда, были и исключения. Вероятно, кое-кому и удалось вернуться на родину (в Азию или Европу) и доставить отрывочные сведения о каких-то островах, затерянных в океане. Возможен, наконец, и такой вариант: их могли усмотреть с отдельных испанских судов из числа возвратившихся с Филиппин в Мексику.■

Англичане пробыли на Гавайских островах 15 дней. За это время Кук осмотрел южные берега островов Кауаи и Ниихау и узнал о существовании «где-то поблизости» другой земли — слабозаселенной и низкой, вероятно, остров Молокаи. Следовало, однако, спешить, чтобы проникнуть в северные воды летом. И 2 февраля Кук направился на северо-восток. 7 марта перед ним открылся «Новый Альбион» — тихоокеанский берег Северной Америки. Эта земля была «не очень высокая... холмистая и покрытая лесом». Отсюда англичане пошли на север, но туман мешал как следует осмотреть берег, часто пропадавший из виду, и нанести его на

Берега Исландии.



карту. 29 марта, пропустив, как, впрочем, многие мореплаватели после него, устье реки Колумбии, Кук вошел в небольшой залив Нутка, обнаруженный в 1774 г. испанцем Х. Пересом, чего Кук не знал. 26 апреля суда, покинув Нутку, взяли курс на север при свежем ветре, «сопровождавшемся шквалами и дождем», а иногда градом и мокрым снегом. 1 мая моряки подошли к пункту, где 37 лет назад А. Чириков впервые приблизился к побережью Северо-Западной Америки. Сильный ветер и туман не позволили Куку идти близ берега, вот почему он, как и его предшественники, ошибся, приняв острова Александра за материк.

После трехдневного ремонта суда покинули свое пристанище, и по выходе из него Кук обнаружил длинный и узкий остров Монтагю, названный им в честь Д. Сандвича. Поднявшийся сильный ветер заставил моряков держаться подальше от берега, но они все же дважды приближались к земле в периоды затишья. 25 мая Кук открыл небольшие острова Баррен и, обойдя их с запада, на следующий день проник в залив или пролив, как некоторое время считали он и ряд его офицеров. На северо-западе англичане увидели «горную цепь большой высоты» (южная часть Аляскинского хребта) и приняли ее за группу островов.■



Секстант.

2 июня суда направились на юг, а на следующий день, когда туман рассеялся и «небо очистилось от облаков», Кук увидел вулкан (Илиамна — 3053 м). По выходе из «своего» залива, он двинулся к юго-западу маршрутом Беринга и Чирикова и 28 июня вошел в бухту на северном берегу острова Уналашка. Здесь моряки пополнили запасы пресной воды и простояли до 2 июля. Отыскивая желанный проход в Атлантический океан, Кук направился к северо-востоку вдоль низменного побережья длинного и узкого полуострова Аляска. 16 июля англичане подошли к скалистому мысу Ньюэнхем (у 162° з. д.). От мыса Ньюэнхем суда повернули на запад и, двигаясь в тумане почти две недели, приблизились к острову Святого Матвея, обнаруженного весной 1749 г. русской экспедицией И. Бахова — Н. Шалаурова. Оттуда Кук проследовал на северо-восток и 3 августа открыл маленький остров, названный им в память об умершем в тот день хирурге У. Андерсоне. Через день в густом тумане корабли подошли к берегу Америки. От прибрежного острова Следж Кук двинулся близ побережья к северо-западу и 9 августа, когда прояснилось, увидел несколько островов (из группы Диомида, уже известных русским) и мыс, открытый до него М. Гвоздевым. Справедливости ради необходимо подчеркнуть, что именно Кук первый правильно представил себе истинное положение этого пункта, названного им мысом Принца Уэльского: «... он является западной оконечностью всей до сих пор известной (части) Америки».

На следующий день Кук пересек Берингов пролив в широтном направлении и вошел в узкий залив, получивший имя Святого



Головной убор аборигенов Австралии.

Здесь, в заливе Нутка, англичане почти месяц ремонтировали суда. Кук использовал вынужденную стоянку для сбора сведений об индейцах племени квакиютль из группы вакашей и составил словарь их языка, включающий 260 слов.■

Карта, опубликованная после последней экспедиции Кука.



Лаврентия. Кук дал четкую этнографическую характеристику местных жителей и пришел к правильному выводу, что это страна чукчей, которая была обследована Берингом в 1728 г. Затем суда пересекли пролив северо-восточным курсом (причем 11 и 12 августа Кук одновременно видел азиатский и американский материки) и вышел в Чукотское море, держась ближе к американскому берегу.■

Лето подходило к концу, и Кук решил не предпринимать попыток поисков прохода. 29 августа он подошел к северному берегу Чукотки у мыса Северного, выполнив широтное пересечение Чукотского моря, и оттуда повернул на юго-восток и нанес на карту около 1200 км побережья. Вновь пройдя через Берингов пролив, на этот раз близ берегов Чукотки, Кук заснял еще 1200 км ее приморской полосы. Затем он спустился к югу и круто повернул на восток. 7 сентября суда достигли Америки восточнее острова Следж. До 19 сентября при ясной погоде Кук обходил со съемкой выявленный им обширный залив Нортон с бухтой Нортон и рядом мелких островов, но не смог подойти к его южному берегу из-за отмелей. Вода там была мутная, грунт иловатый, из чего Кук сделал правильный вывод, что на этом участке в залив впадает «значительная река» (Юкон). Общая протяженность открытой им (частью вторично — после россиян) береговой линии Америки составила почти 4,5 тыс. км.

От залива суда прошли на запад, коснулись острова Святого Лаврентия и 2 октября прибыли к острову Уналашка, где простояли до 26 октября. Здесь Кук встретился с русским мореходом Г. Г. Измайловым, не делавшим секрета из того, что он знал о северной части Тихого океана. Кук получил от него много полезных для себя сведений: Измайлов исправил ряд ошибок в составленных Куком картах, внес некоторые добавления в карты, доставленные англичанами с родины, и разрешил скопировать два русских чертежа Охотского и Берингова морей. На Уналашке Кук узнал, что в Петропавловске мало съестных припасов и они очень дороги. Но главная причина выбора места зимовки на Гавайях заключалась в другом: «... я совершенно не желал проводить в бездействии шесть или семь месяцев... (неизбежном) в этих северных морях».

Затратив на меридиональный переход к Гаваям ровно месяц, 26 ноября англичане открыли остров Мауи и к западу от него остров Молокаи, а 30 ноября 1778 г. впервые высадились на большую землю к юго-востоку от Мауи.

Островитяне приняли Кука как божество. Однако служение новому «богу» оказалось для верующих еще тяжелее, чем старым богам: он требовал слишком много продуктов для своих людей, нарушал строгие запреты (табу), а по обычному правилу такие нарушители карались смертной казнью. В ночь на 14 февраля 1779 г. Кук узнал, что жители увели шлюпку. Он приказал захватить все гавайские лодки, стоявшие в гавани, а утром высадился на берег с отрядом в 10 человек, арестовал старого вождя с сыновьями и повел к шлюпке... Тогда гавайцы, толпой следовавшие за арестованным вождем, отослали женщин и детей и вооружились дротиками и камнями. Кук первый выстрелил в одного воина. Островитяне кинулись на англичан и убили капитана и несколько его спутников.■

Когда мореплаватели вышли в Чукотское море, погода стояла пасмурная, шел дождь, дул крепкий ветер, и Кук не заметил огромного, вдающегося в сушу залива Коцебу. 17 августа прояснилось и на севере появились отблески, а затем и первое ледяное поле. «... Земля за ним (мысом) тянется (на юго-восток) насколько хватает глаз и, несомненно, является продолжением американского континента». Таким образом, Кук стал пионером открытий северного побережья Аляски. Неподалеку он обнаружил крупные лежбища моржей и повернул к юго-западу. Ледяные поля не позволяли пробиться к северу, и в течение недели корабли шли на запад у их кромки, пытаясь разыскать какую-нибудь «лазейку» во льдах.■



Гибель Кука при сражении с аборигенами.



Гравюра, изображающая туземцев тихоокеанского побережья, где побывал Кук.

Первая русская кругосветная экспедиция

Эта экспедиция внесла значительный вклад в географическую науку, стерев с карты ряд несуществующих островов и уточнив географическое положение многих пунктов. Участники первого кругосветного плавания вели океанологические наблюдения: они открыли Межпассатные противотечения в Атлантике и Тихом океане; провели измерения температуры воды на глубинах до 400 м и определили ее удельный вес, прозрачность и цвет; выяснили причину свечения моря; собрали многочисленные данные о давлении атмосферы, приливах и отливах в ряде районов Мирового океана.

В конце июля 1803 г. корабли «Надежда» и «Нева» под предводительством И. Ф. Крузенштерна вышли из Кронштадта, а через три месяца южнее островов Зеленого Мыса Крузенштерн установил, что оба шлюпа сносит к востоку сильное течение, — так было обнаружено Межпассатное противотечение Атлантического океана. В середине ноября суда пересекли экватор, а 19 февраля 1804 г. обогнули мыс Горн. В Тихом океане они разлучились. Лисянский, по договоренности, направился к острову Пасхи, описал побережье и ознакомился с бытом жителей. У Нукухивы (один из Маркизских островов) он догнал «Надежду», и они вместе направились к Гавайским островам, а дальше корабли следовали разными путями: Крузенштерн — в Петропавловск-Камчатский; Лисянский — в Русскую Америку, к острову Кадьяк.

Получив от А. А. Баранова письмо, свидетельствовавшее о его тяжелом положении, Ю. Лисянский прибыл к архипелагу Александра и оказал военную помощь Баранову против индейцев-тлинкитов: эти «колоши» (так их называли русские), подстрекаемые переодетыми агентами пирата-американца, разрушили русское укрепление на острове Ситка (остров Баранова). В 1802 г. Баранов построил там новую крепость — Новоархангельск (теперь город Ситка), куда вскоре перенес центр Русской Америки. В конце 1804 г. и весной 1805 г. Ю. Лисянский вместе со штурманом «Невы» Д. В. Калининым описал в заливе Аляска остров Кадьяк, а также часть архипелага Александра. При этом западнее острова Ситки Д. Калинин обнаружил остров Крузов, считавшийся ранее полуостровом. Крупный остров к северу от острова Ситки Лисянский назвал именем В. Я. Чичагова. Осенью 1805 г. «Нева» с грузом мехов перешла от Ситки в Макао (Южный Китай), где соединилась с «Надеждой». На пути были открыты необитаемый остров Лисянского и риф Нева, причисляемые к Гавайскому архипелагу, а к юго-западу от них — риф Крузенштерна. Из Кантона, где удалось выгодно продать меха, Лисянский за 140 дней совершил беспримерный безос-

И. Ф. Крузенштерн (1770 – 1846) и **Ю. Ф. Лисянский** (1773 – 1837) были боевыми русскими моряками: оба участвовали в четырех сражениях против шведов; командированные в 1793 г. волонтерами в Англию для службы на английском флоте, сражались с французами у берегов Северной Америки. Оба имели опыт плавания в тропических водах.■

Вернувшись в Россию, И. Ф. Крузенштерн в 1799 и 1802 гг. представлял проекты кругосветных плаваний как наиболее выгодного прямого торгового сообщения между русскими портами Балтийского моря и Русской Америкой. При Павле I проект не прошел, при молодом Александре I его приняли при поддержке Российско-американской компании, взявшей на себя половину расходов. В начале августа 1802 г. И. Ф. Крузенштерна утвердили начальником первой русской кругосветной экспедиции.

Ю. Ф. Лисянский в 1800 г. возвратился из Индии через Англию на родину. В 1802 г., после назначения его в кругосветную экспедицию, он ездил в Англию для покупки двух шлюпов: царские чиновники считали, что русские суда не выдержат кругосветного плавания. И. Ф. Крузенштерн с большим трудом добился, чтобы команда на обоих кораблях была укомплектована исключительно отечественными моряками.■

На борту «Надежды» находился **Н. П. Резанов**, один из директоров-учредителей Российско-американской компании.■

Камчатка.





Камчатка.

Во многих публикациях И. Ф. Крузенштерну и Ю. Р. Лисянскому приписывалось первое пересечение экватора в истории российского флота. Однако это не так: до них это сделал ряд отечественных торговых судов, побывавших в Вест-Индии, Бразилии и Индии.■

В 1809 — 1812 гг. И. Ф. Крузенштерн издал три тома своего «Путешествия вокруг света в 1803 — 1806 гг. на кораблях «Надежда» и «Нева». Труд этот, переведенный во многих европейских странах, сразу завоевал общее признание. В 1813 г. вышел «Атлас к путешествию вокруг света капитана Крузенштерна»; большая часть карт (в том числе и генеральная) была составлена лейтенантом **Ф. Ф. Беллинсгаузеном** (1778 – 1852). В 20-х гг. Крузенштерн опубликовал «Атлас Южного моря» с обширным текстом, который и теперь является ценным литературным источником для историков открытия Океании и широко используется советскими и иностранными специалистами.■

тановочный переход вокруг мыса Доброй Надежды в Портсмут (Англия), но при этом разлучился с «Надеждой» в туманную погоду у юго-восточного берега Африки. 5 августа 1806 г. он прибыл в Кронштадт, завершив кругосветное плавание, первое в летописи русского флота.

«Надежда» стала на якорь у Петропавловска в середине июля 1804 г. Затем И. Крузенштерн доставил в Нагасаки Н. Резанова, который направлялся в Японию как посланник для заключения торгового соглашения, а после переговоров, закончившихся полной неудачей, весной 1805 г. вернулся с посланником в Петропавловск, где и расстался с ним. На пути к Камчатке И. Крузенштерн проследовал Восточным проходом в Японское море и заснял западный берег острова Хоккайдо. Затем он прошел проливом Лаперуза в залив Анива и выполнил там ряд определений географического положения приметных пунктов. Намереваясь закартировать все еще слабоизученное восточное побережье Сахалина, он 16 мая обогнул мыс Анива, со съемкой двинулся на север вдоль побережья. И. Крузенштерн обнаружил небольшой залив Мордвинова, описал утесистые западные и северные низменные берега залива Терпения.■

Достичь мыса Терпения и продолжить съемку к северу помешали мощные льды (конец мая). Тогда И. Крузенштерн принял решение отложить описательные работы и идти на Камчатку. Он направился на восток к Курильской гряде и проливом, ныне носящем его имя, вышел в Тихий океан. Неожиданно на западе открылись четыре островка (острова Ловушки). Приближение шторма вынудило «Надежду» вернуться в Охотское море. Когда же буря стихла, судно проливом Севергина проследовало в Тихий океан и 5 июня прибыло в Петропавловскую гавань.

Для продолжения исследований восточного побережья Сахалина И. Крузенштерн в июле прошел проливом Надежды в Охотское море к сахалинскому мысу Терпения. Выдержав шторм, 19 июля он начал съемку севернее. Далее И. Крузенштерн обследовал восточный берег Сахалинского залива: он хотел проверить, остров ли Сахалин, как это значилось на русских карта XVIII в., или полуостров, как утверждал Ж. Ф. Лаперуз. Придя к выводу, что Сахалин — полуостров, он вернулся в Петропавловск. В итоге плавания он впервые нанес на карту и описал около 1500 км восточного, северного и северо-западного побережья Сахалина.■



Н. М. Пржевальский: исследование Центральной Азии

В мировую историю открытий Н. М. Пржевальский вошел как один из величайших путешественников. Общая длина его рабочих маршрутов по Центральной Азии превышает 31,5 тыс. км. Совершив ряд крупнейших географических открытий, он в корне изменил представление о рельефе и гидрографической сети Центральной Азии.

В 1870 г. Русское географическое общество организовало экспедицию в Центральную Азию. Начальником ее был назначен талантливый офицер Генерального штаба Н. М. Пржевальский, уже известный своими исследованиями Уссурийского края. В ноябре 1870 г. с помощником М. А. Пыльцовым и двумя казаками он переехал из Кяхты в Ургу и на пути в Пекин пересек в юго-восточном направлении монгольские степи и пустыню Гоби, установив, что она в среднем ниже, а рельеф ее сложнее, чем предполагали раньше.

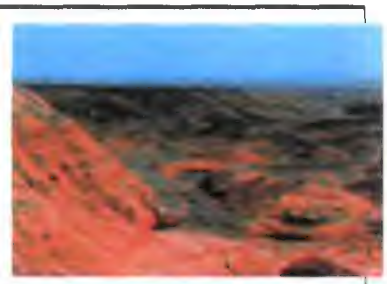
От Пекина Пржевальский в начале 1871 г. двинулся на север, к озеру Далайнор, и произвел его полную съемку. Летом он проехал к городу Баотоу и, переправившись через Хуанхэ, вступил на плато Ордос, которое «лежит полуостровом в колене, образуемом изгибом среднего течения Хуанхэ». На северо-западе Ордоса он описал «оголенные холмы» пустыни Хобч. «Тяжело становится человеку в этом... песчаном море, лишенном всякой жизни... — кругом тишина могильная». Проследив течение Хуанхэ вверх от Баотоу до Баян-Мурэн (Дэнкоу), Пржевальский двинулся на юго-запад через «дикую и бесплодную пустыню» Алашань, покрытую «голыми сыпучими песками», всегда готовыми «задушить путника своим палящим жаром», и достиг крупного, высокого (до 3556 м), но узкого меридионального хребта Хэланьшань, вытянутого вдоль долины Хуанхэ, «словно стена среди равнины».



Пустыня Гоби.

Наступила зима, к тому же серьезно заболел Пыльцов, и они вынуждены были повернуть обратно.

Весной 1872 г. Пржевальский прежним путем добрался до южной части пустыни Алашань. «Пустыня кончилась... чрезвычайно резко; за ней поднималась величественная цепь гор» —



Пустыня Гоби.

По пустыням и горам Монголии и Китая **Н. М. Пржевальский** (1839 – 1888) прошел более 11 800 км. Научные результаты этой экспедиции поразили современников: Пржевальский доставил подробные характеристики пустынь Гоби, Ордоса и Алашани, высокогорных районов северного Тибета и котловины Цайдама (выявленной им), впервые нанес на карту Центральной Азии более 20 хребтов, 7 крупных и ряд мелких озер. Он выяснил, что Наньшань — не хребет, а горная система, открыл гористую Бэйшань.■

Двухтомный труд «Монголия и страна тангутов» (1875 — 1876), в котором Пржевальский дал описание своего путешествия и опубликовал материалы, принес автору мировую известность.■

К менее значительным достижениям путешественника относятся выявление восточных пределов пустыни Такла-Макам и границы Тибетского нагорья на 300 км к северу. Описание Лобнора как пресного водоема и его положение, определенное Пржевальским, смутило географов. По китайским источникам, Лобнор — соленое озеро, лежащее севернее. Так появилась «проблема Лобнора», окончательно разрешенная лишь в середине XX в.■

«Жизнь наша на северном Тибете была в полном смысле борьбой за существование»: продукты кончились, наступили сильные холода, а одежда поизносилась, особенно пострадали сапоги; начало сказываться долгое пребывание на большой высоте».

В конце зимы Пржевальский вернулся в Дзун. Встретив весну на озере Кукунор, он прежним путем без проводника прошел к южной окраине пустыни Алашань. «Безграничным морем лежали... перед нами сыпучие пески, и не без робости ступали мы в их могильное царство».

Вдоль хребта Хэланьшань (уже с проводником) они в страшную жару двинулись на север через восточную часть пустыни, причем едва не погибли от жажды: проводник сбился с дороги.

Миновав западные предгорья хребта Ланьшань, Пржевальский пересек наиболее безводную, «дикую и пустынную» часть Гоби, открыл гряду Хурхе-Уул (крайний юго-восточный отрог Гобийского Алтая) и вернулся в Кяхту в сентябре 1873 г.■

Выдающимся достижением Пржевальского было научное открытие бассейна Лобнора. В 1877 г. он достиг озера Лобнор. Ранее считалось, что Лобнор соленое озеро, но Пржевальский писал, что «вода светлая и пресная». В результате исследования оказалось, что Лобнор «кочующий водоем, ибо он полностью зависит от положения рек, снабжающих его водой».■

Летом 1876 г. из Зайсана через Монгольский Алтай в город Кобдо прошла экспедиция Г. Н. Потанина. В результате троекратного пересечения Монгольского Алтая экспедиция описала хребет и положила начало открытию этого края.■

восточный Наньшань, который оказался горной системой, и Пржевальский выделил в ней три мощных хребта. Далее он вышел к бессточному соленому озеру Кукунор (около 4200 км^2), лежащему на высоте 3200 м. «Заветная цель экспедиции... достигнута. Правда, успех был куплен ценой... тяжелых испытаний, но теперь все пережитые невзгоды забыты, и в полном восторге стояли мы.. на берегу великого озера, любуясь на его чудные темно-голубые волны».

По завершении съемки северо-западного берега озера Кукунор Пржевальский перевалил мощный хребет Кукунор и прошел в поселок Дзун (Цзунцзяфанцзы), находящийся на юго-восточной окраине болотистой равнины Цайдам. Он установил, что это котловина и что ее южной границей служит хребет Бурхан-Будда (высотой до 5682 м), составляющий «резкую физическую границу стран, лежащих по северную и южную его сторону... С южной стороны... местность поднимается на страшную абсолютную высоту... На западе же равнина Цайдам уходит безграничной гладью за горизонт...». К югу и юго-западу от Бурхан-Будда Пржевальский открыл хребет Баян-Хара-Ула (до 5442 м) и восточный участок Кукушили, а между ними обнаружил «волнистое плато», представляющее собой «страшную пустыню», поднятую на высоту более 4400 м. Так Пржевальский первым из европейцев проник в глубинную область северного Тибета, к верховьям Хуанхэ и Янцзы (Джи-Чу). И правильно определил, что именно Баян-Хара-Ула является водоразделом между обеими великими речными системами. Путешественники встретили там новый, 1873 год.■

В 1876 — 1877 гг. Пржевальский совершил второе путешествие по Центральной Азии. При этом он прошел немногим более 4 тыс. км — помешали война в Западном Китае, обострение отношений между Китаем и Россией и, наконец, его болезнь. И все-таки это путешествие ознаменовалось двумя крупнейшими географическими открытиями — низовьев Тарима с озером Лобнор и хребта Алтынтаг. Выдающийся знаток Китая Фердинанд Рихтгофен справедливо назвал их величайшими.■

В марте 1879 г. Пржевальский начал третье путешествие по Центральной Азии, названное им «Первым Тибетским». Он проследовал через Джунгарскую Гоби — «обширную волнистую равнину» — и довольно верно определил ее размеры. Миновав озеро Баркель, Пржевальский вышел к оазису Хами. Далее он пересек восточную окраину Гашунской Гоби и достиг низовьев реки Данхэ, а к югу от нее обнаружил «громад-



Монгольское плато, которое Н. П. Пржевальский пересек в 1870-е гг. четыре раза.

ный вечноснеговой» хребет Гумбольдта. Через перевал (3670 м) — на стыке Алтынтага и Гумбольдта — Пржевальский прошел на юг и, перевалив три коротких хребта, спустился в поселок Дзун. Оттуда Пржевальский двинулся на юго-запад и выяснил, что Куньлунь здесь протягивается в широтном направлении и состоит из двух, иногда из трех параллельных цепей (шириной от 64 до 96 км), имеющих разные названия в различных своих частях. По номенклатуре, принятой для карт конца XX в., Пржевальский выявил западную часть Бурхан-Будда, несколько южнее — Бокалыктаг, названный им хребтом Марко Поло (с вершиной 5851 м), а к югу от Кукушили — хребет Бунгбура-Ула, который протягивается вдоль левого берега Улан-Мурэна (верховье Янцзы). Далее к югу перед путешественником простирался уже собственно Тибет.■



Потала — дворец Далай-ламы в Лхасе.

За 33-й параллелью Пржевальский открыл водораздел Янцзы и Салуина — почти широтный хребет Тангла (с вершинами до 6621 м). С пологого, едва заметного перевала Пржевальский увидел восточную часть хребта Ньэнчентанглха. Он нашел путь к запретной Лхасе и находился от нее примерно в 300 км, но вынужден был повернуть обратно: в Лхасе распространился слух, что русский отряд идет с целью похитить Далай-ламу. Пржевальский прошел тем же путем до верховьев Янцзы и несколько западнее прежнего маршрута в Дзун. Попытка проникнуть к истокам Хуанхэ не увенчалась успехом из-за невозможности переправиться через реку.■

В ноябре 1883 г. Пржевальский отправился в четвертое путешествие. Кроме В. И. Роборовского он взял в помощники 20-летнего вольноопределяющегося П. К. Козлова, ранее конторщика пивоваренного завода, в котором Пржевальский угадал настоящего исследователя. От Кяхты экспедиция проследовала в Дзун. На юго-востоке от Цайдама, за хребтом Бурхан-Будда, Пржевальский обнаружил бесплодное солончаковое «волнистое плато, часто покрытое небольшими... в беспорядке насыпанными горами», продолжавшееся далеко к юго-востоку. На плато паслись неисчислимые стада диких яков, куланов, антилоп и других копытных. Миновав это звериное царство, Пржевальский вышел к восточной части межгорной котловины Одонтала, покрытой «множеством кочковатых болот, ключей и маленьких озерков».

Пржевальский перевалил незаметный со стороны Тибетского плато водораздел истоков Хуанхэ и Янцзы (хребет Баян-Хара-Ула) и очутился в высокогорной стране: «Здесь горы сразу становятся высоки, круты и труднодоступны».■



Яки, привычные к переноске тяжестей и непогоде.

Тибет представляет собой «грандиозную, нигде более на земном шаре в таких размерах не повторяющуюся столовидную массу, поднятую... на страшную высоту. И на этом гигантском пьедестале громоздятся... обширные горные хребты... Словно стерегут здесь эти великаны труднодоступный мир заоблачных нагорий, неприветливых для человека по своей природе и климату и в большей части еще совершенно неведомых для науки...» (из записных книжек Н. П. Пржевальского).■

Во время путешествия через пустыни Алашань и Гоби он прошел около 8 тыс. км и произвел съемку более 4 тыс. км пути через совершенно не исследованные европейцами районы Центральной Азии. Он значительно уточнил орографию горной системы Куньлунь на протяжении 1000 км (из 2700 км общей ее длины) и обнаружил ряд почти параллельных цепей, иногда расходящихся веером и замыкающихся, но не изменяющих субширотного простирания. Он нашел два новых вида животных — лошадь, впоследствии названную его именем, и медведя-пищухоеда.

Помощник Пржевальского — **В. И. Роборовский** собрал огромную ботаническую коллекцию: около 12 тыс. экземпляров растений 1500 видов.

Свои наблюдения и результаты исследований Пржевальский изложил в книге «Из Зайсана через Хами в Тибет и на верховья Желтой реки» (1883). Итогом трех его экспедиций были принципиально новые карты Центральной Азии.■

По котловине Одонтала «вьются небольшие речки, образующиеся частью из тех же ключей, частью сбегающие с гор. Все эти речки сливаются в два главных потока», соединяющихся к северо-восточному углу Одонтолы. «Отсюда, то есть собственно от слияния всей воды Одонтолы, и зарождается знаменитая Желтая река» (Хуанхэ). (Почти через 70 лет китайские географы доказали, что ее исток находится в 40 км к северу от озера Орим-Нур.) Хорошая погода, радовавшая путешественников в течение нескольких дней, «вдруг сменилась сильной метелью, а к утру температура понизилась до –23°С. Двое суток пришлось ждать, пока столь некстати выпавший снег растает». Наконец отряд смог двигаться дальше на юг.■



Панда.

Пржевальский положил начало исследованиям климата Центральной Азии и много внимания уделял изучению флоры: лично он и его сотрудники, главным образом Роборовский, собрали около 16 тыс. экземпляров растений, принадлежащих к 1700 видам, в том числе более 200 видов и семь родов, не известных ботаникам. Огромный вклад он внес и в изучение центральноазиатской фауны, собрав коллекции позвоночных — около 7,6 тыс. экземпляров, среди них несколько десятков новых видов.■

По возвращении к Цайдаму Пржевальский проследовал по его южной окраине, открыл на юго-западе узкий, но мощный (180 км) хребет Чиментаг и, таким образом, почти полностью оконтурил огромную (более 100 тыс. км²) Цайдамскую котловину. Перевалив Чиментаг и северо-западный отрог новооткрытого Каякдыгтага, отряд вышел на большую широкую равнину Култала, уходившую «к востоку за горизонт». Далеко на юге перед Пржевальским открылся гигантский хребет широтного направления, нареченный им Загадочным, а усмотренную вершину он назвал Шапкой Мономаха (6860 м). Позднее хребту было присвоено имя первооткрывателя. Повернув обратно и достигнув 38-й параллели, Пржевальский прошел на запад обширной межгорной Долины Ветров, окрещенной им так из-за постоянных ветров и бурь (долина реки Ататкан). К северу от нее простирался Алтынтаг, а югу — Каякдыгтаг и Чиментаг. На южном склоне Каякдыгтака, на высоте 3861 м, Пржевальский открыл соленое озеро, даже в конце декабря не покрытое льдом, и назвал его Незамерзающим (Аяккумкель). Дальнейшее движение к югу было невозможно из-за приближающейся зимы и сильного утомления вьючных животных; отряд направился на север, спустился в котловину озера Лобнор и на его берегу встретил весну 1885 года.

Через Центральный Тянь-Шань он вернулся к Иссык-Кулю в ноябре 1885 г. В 1888 г. увидела свет его последняя работа – «От Кяхты на истоки Желтой реки».■

В 1888 г. Пржевальский организовал новую экспедицию в Центральную Азию. Помощниками его и на этот раз были В. И. Роборовский и П. К. Козлов. Они достигли поселка Каракол, близ восточного берега Иссык-Куля. Здесь Пржевальский почувствовал себя плохо и 1 ноября 1888 г. умер. Перед смертью он просил похоронить его «непременно на берегу Иссык-Куля в походной экспедиционной форме». В 1889 г. Каракол был переименован в Пржевальск.

В мировую историю открытий Н. М. Пржевальский вошел как один из величайших путешественников. Общая длина его рабочих маршрутов по Центральной Азии поражает. Совершив ряд крупнейших географических открытий, он в корне изменил представление о рельефе и гидрографической сети Центральной Азии.■

Центральная Азия.





Баобаб – бутылочное дерево. Растет на Мадагаскаре.

Первое исторически доказанное пересечение Центральной Африки с востока на запад совершил **Верни Камерон** (1844 – 1894), при этом он сделал ряд астрономических определений и произвел почти 4000 измерений высот, заложив тем самым основу для составления точной карты рельефа этой полосы Центральной Африки.■

После **Давида Ливингстона** (1813 – 1873) среди путешественников по Африке выделился **Генри Стэнли** (1841 – 1904). Он пересек материк в экваториальной полосе, исследовал два великих озера и течение Луалабы-Конго. Плаванием по великой реке Стэнли положил начало открытию периодически затопляемого водой бассейна Конго.■



Встреча Стэнли и Ливингстона.

Давид Ливингстон: исследование Южной и Центральной Африки

После путешествий Д. Ливингстона в 70-е гг. XIX в., когда Лондонское географическое общество опубликовало книгу «Страна Казембе» (1873), в Европе обратили внимание и на открытия в районе Конго, сделанные португальским разведывательным отрядом, который возглавлял майор Жузе Маитейру.

Давид Ливингстон родом из очень бедной шотландской семьи, с 10 лет работал на ткацкой фабрике и при четырнадцатичасовом рабочем дне успевал посещать колледж. Из-за отсутствия средств он поступил на службу Лондонского миссионерского общества и был послан в качестве врача и миссионера в Южную Африку. С 1841 г. Ливингстон жил при миссии в горном районе Куруман — стране бечуанов. Он хорошо изучил их язык (семьи банту), и это помогло ему во время путешествий, так как языки банту близки друг к другу, и он, как правило, не нуждался в переводчике. Он женился на Мэри Моффет, дочери местного миссионера Роберта Моффета, первого исследователя огромной полупустыни Калахари; и жена стала ему верной помощницей. Семь лет Ливингстон провел в стране бечуанов. Под предлогом организации миссионерской станции в северных районах подвластной им территории он совершал свои путешествия.■

В 1849 г. Ливингстон заинтересовался рассказами африканцев о «прекрасном и обширном» озере Нгами. Он пересек с юга на север Калахари, установив, что она имеет ровную поверхность, прорезанную сухими руслами рек, и вовсе не так пустынна, как считалось ранее. В августе Ливингстон исследовал Нгами, которое оказалось временным озером, питающимся в период дождей водами большой реки Окаванго. В июне 1851 г., пройдя на северо-восток от болота Окаванго по территории, зараженной мухой цеце, он впервые достиг реки Линьянти (низовье Квандо, крупнейшего правого притока Замбези) и в поселке Сешеке (близ 24° в. д.) заручился помощью вождя могущественного племени макололо.

В ноябре 1853 г. с отрядом в 160 аборигенов на 33 лодках Ливингстон начал плавание вверх по Замбези через плоскую, покрытую саванной равнину, иногда преодолевая пороги. Большую часть людей он отпустил по дороге. К февралю 1854 г. уже с маленьким отрядом он поднялся по реке до ее верхнего правого притока Шифумаже и по его долине перешел к чуть заметному водоразделу у 11° ю. ш., за которым все потоки текли не в южном направлении, как раньше, а в северном. (Позднее выяснилось, что это были реки системы Конго.) Повернув на запад, он дос-

тиг в середине 1854 г. Атлантического океана, у Луанды. Оттуда Ливингстон проследил реку Бенго до ее верховья, в октябре 1855 г. новым путем прошел к верхнему участку Замбези и начал сплав по реке. Несколько ниже Сешеке 18 ноября он открыл величественный, шириной 1,8 км, водопад Виктория, один из самых мощных в мире. С уступа высотой 120 м воды Замбези низвергаются в узкое и глубокое ущелье. Ниже он спускался очень медленно, так как река пересекает горную страну и имеет ряд порогов и водопадов. 20 мая 1856 г. Ливингстон вышел к Индийскому океану у Келимане (порт к северу от устья Замбези), закончив, таким образом, пересечение материка.■



Настольная игра по «мотивам» путешествия Ливингстона и Стэнли.

Вернувшись на родину, Ливингстон в 1857 г. издал книгу, заслуженно прославившую его, — «Путешествия и исследования миссионера в Южной Африке», переведенную почти на все европейские языки. И он сделал очень важный обобщающий географический вывод: тропическая Центральная Африка к югу от параллели 8° ю. ш. «оказалась возвышенным плато, несколько понижающимся в центре, и с расщелинами по краям, по которым реки сбегают к морю... Место легендарной жаркой зоны и жгучих песков заняла хорошо орошенная область, своими пресноводными озерами напоминающая Северную Америку со своими жаркими влажными долинами, джунглями, гатами (возвышенными краями) и прохладными высокими плоскогорьями Индию».



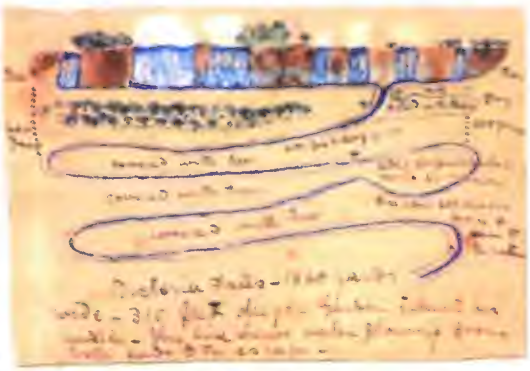
На Мадагаскаре обитает около 40 видов лемуров.

В 1858 г. Ливингстон с женой, сыном и братом приехал в Восточную Африку. В 1866 г. высадился на берег против Зинзибара, прошел вверх по реке и вышел к Ньясе, достиг южного побережья Танганьики. Много лет Ливингстон болел малярией и к этому времени он так ослаб, что его пришлось нести на руках. Умер Ливингстон 1 мая 1873 г.■

Отряд Генри Стэнли обходил берегом пороги Конго. Стэнли заставлял африканцев перетаскивать тяжелые лодки и грузы. Тысячи носильщиков умерли от изнурения, голода и болезней.
Жители либо в панике покидали селения, заслышав о приближении отряда, либо пытались оказать ему сопротивление, которое Стэнли жестоко подавлял. Пересечение материка в экваториальной полосе, исследование двух великих озер выдвинули его в ряды крупнейших исследователей Африки.■

За те 15 лет, которые Ливингстон провел в Южной Африке, он подружился с африканцами и полюбил их. Он относился к ним как к равным, привлекал их своей прямотой и мягким обращением. Он ненавидел рабство и верил в то, что можно добиться полной его отмены.■

Водопад Виктория в изображении Ливингстона.



Ливингстон первый из европейцев, увидевший водопад Виктория на реке Замбези.



П. П. Семенов: исследование Тянь-Шаня

Первым европейским ученым-исследователем, проникшим в Центральный Тянь-Шань, был П. П. Семенов, за свой научный подвиг получивший право именоваться Тян-Шанским. Еще в 1853 г. он решил посетить загадочный и запретный для европейцев Тянь-Шань. Российское Министерство иностранных дел ревниво оберегало азиатские страны «от вторжения географической науки», и Семенов с трудом получил разрешение побывать на Алтае и в Киргизской степи (Казахстан).

Экспедиция **Г. Н. Потанина** (1835 – 1920) установила в 1876 г. самостоятельность горных систем Алтая и Тянь-Шаня. При этом он открыл несколько хребтов, южных и северных отрогов Монгольского Алтая. Г. Н. Потанин положил начало научному открытию края.■

Первым дал сравнительную характеристику ландшафтов и русского Алтая **М. В. Певцов** (1843 – 1902). Он составил на основе маршрутной съемки принципиально новые карты Центральной Азии, установил границы пустыни Такла-Макан, исследовал горную систему Куньлунь и впервые составил карту всего Куньлуня, открыл высокое плато Северо-Западного Тибета и ряд новых хребтов.■

В. А. Обручев (1863 – 1956) установил, что Центральная Азия – очень древняя горная страна, не покрывавшаяся морем и выровненная процессами выветривания и сноса. Он дал более правильное представление о рельефе и геологии этого района.■



Тянь-Шань. Ущелье Аксай.

В 1856 г. из Семипалатинска П. П. Семенов добрался до Балхаша, который со своей «отсохшей оконечностью — [озером Ала-Коль] — отделяет системы центральноазиатских хребтов от однообразной Киргизской степи». К юго-востоку от Балхаша он увидел «ослепительно блестящую... вечными снегами», простирающуюся на юго-запад цепь высоких гор и назвал ее Джунгарским Алатау. За этим хребтом начиналась «низкая и жаркая» долина реки Или. Миновав ее, он достиг города Верного (теперь это город Алматы).

В сентябре — октябре Семенов совершил два маршрута к озеру Иссык-Куль. Первый пролегал через восточную часть хребта, «круто... как исполинская стена» поднимавшегося к югу от города. Это был Заилийский Алатау (название дано Семеновым). Поднявшись на хребет, он увидел на юге межгорную котловину бассейна реки Чилик (приток Или) с несколькими параллельными кряжами; с высоты перевала они «имели вид огромных грядок». Он спустился с хребта на юго-восток, в долину Чилика, и, перевалив Кюнгей-Ала-Тоо, через широкую степную долину рек Тюп и Джергалан вышел к озеру. «С юга весь... синий бассейн Иссык-Куля... замкнут непрерывной цепью снежных исполинов». Это был «заветный Тянь-Шань» — хребет Терскей-Ала-Тоо: «Снежные вершины (его) казались прямо выходящими из темно-синих вод озера». Тем же путем Семенов вернулся в Верный. Через несколько дней он выехал на запад, пересек Заилийский Алатау и за рекой Чу на юго-западе увидел очень высокий горный хребет (Киргизский). Поднявшись по долине Чу через дикое и мрачное Боамское ущелье, Семенов вышел к северо-западному берегу Иссык-Куля; этот маршрут позволил ему опровергнуть упорные слухи, что озеро служит истоком Чу. От Иссык-Куля Семенов поднялся на Кюнгей-Ала-Тоо, пересек долину правого притока Чу и на обратном пути к Верному перевалил Заилийский Алатау в самой высокой части.■

Возвратившись в Верный, он летом 1857 г. во главе большого отряда прошел по северному склону Заилийского Алатау на восток до реки Чилик; через параллельные кряжи Согети и Торайгыр и заключенное между ними «сухое, безводное и... бесплодное плоскогорье» достиг верхне-

В один из вечеров, остановившись на ночевку, Семенов наблюдал чудесные картины природы. Он записал в своем дневнике: «Солнце уже склонялось к вечеру, над Кунгеем носились темные облака, эффектно освещенные солнечным закатом. В то время, когда снежные вершины Кунгей-Алатау уже начали загораться... альпийским мерцанием, мягкие куполовидные предгорья были облиты светом... как будто горы горели и дымились».■

Тянь-Шань.

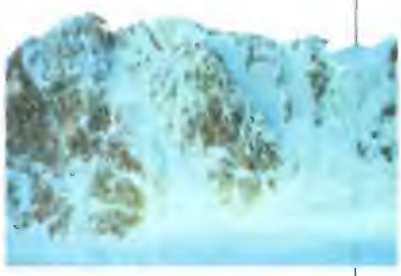


Продолжил изучение Тянь-Шаня, начатое П. П. Семеновым, **Н. А. Северцов** (1827 – 1885). Он был первым европейцем, проникшим в юго-западную часть хребта Какшаал-Тоо (Центральный Тянь-Шань).■

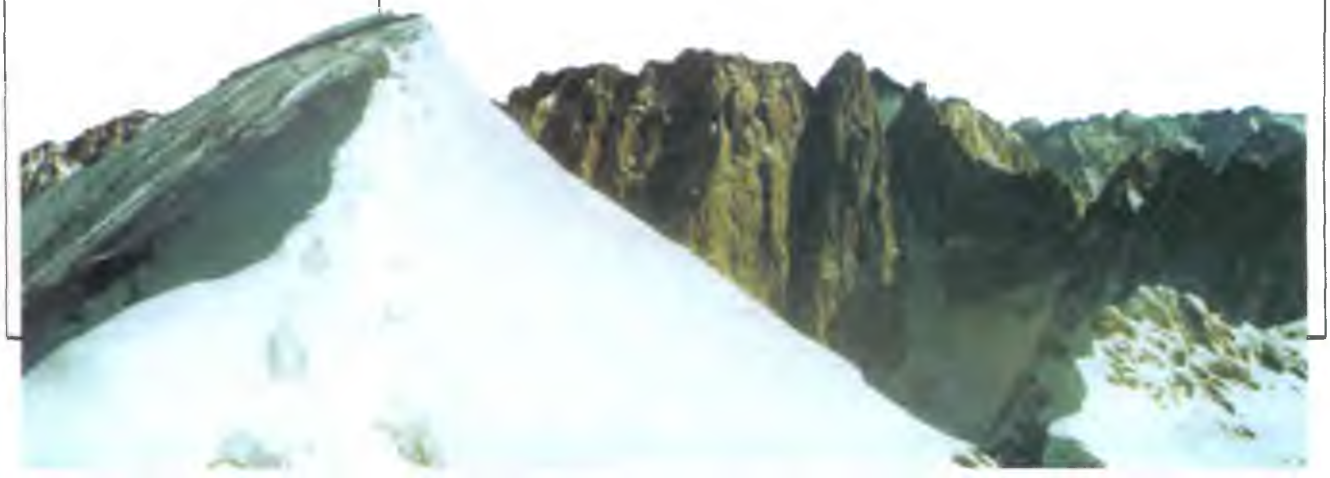
го течения Чарына, притока Или. С узкого гребня Торайгыра на юго-востоке Семенов первым из европейцев увидел величественный Хан-Тенгри. Перевалив Кюнгей-Ала-Тоо, он прошел на юг к северным склонам Терскей-Ала-Тоо.

Поднявшись на перевал в Терскей-Ала-Тоо, он увидел на юге реку Нарын — «верховья древнего Яксарта» (Сырдарьи), перед ним расстилалась «волнистая равнина с зелеными озерцами» — сырты внутреннего Тянь-Шаня. Спуститься к Нарыну Семенов не решился, так как лошади были изранены и измучены, поэтому он вернулся к Иссык-Кулю, затем перевалил Кюнгей-Ала-Тоо и достиг реки Чилик. Отдохнув в ауле и наняв свежих лошадей, Семенов вышел к Нарыну и поднялся по его левой составляющей. С перевала в Терскей-Ала-Тоо он был «ослеплен неожиданным зрелищем... [на юго-востоке] возвышался самый величественный из когда-либо виденных мной горных хребтов. Он весь, сверху донизу, состоял из снежных исполинов... Как раз посередине... возвышалась одна, резко... отделяющаяся по своей колоссальной высоте белоснежная остроконечная пирамида...» — Хан-Тенгри, долгое время считавшаяся высшей точкой (6995 м) Тянь-Шаня. Спустившись в долину реки Сары-Джаз (бассейн Тарима), он прошел к ее верховьям, где открыл огромные ледники, а затем вернулся в Верный.

Сам Семенов называл свое короткое путешествие «научной рекогносцировкой северо-западной окраины Центральной Нагорной Азии». Но результаты ее оказались значительными: он проследил Кюнгей-Ала-Тоо на 150 км, Терскей-Ала-Тоо – на 260 км, обследовал Заилийский Алатау, связанный, как он выяснил, с другими хребтами Тянь-Шаня и образующий его передовую цепь; открыл огромную ледниковую область в верховьях Сары-Джаза и тянь-шаньские сырты; установил, что питание реки Чу не связано с озером Иссык-Куль, привел бесспорные доказательства отсутствия вулканизма в Средней Азии; первый установил высотные природные пояса Тянь-Шаня и высоту снеговой линии хребтов; впервые исследовал местность в истоках Нарына, Текеса и Сары-Джаза, т. е. рек, принадлежащих трем из четырех крупнейшим речным системам Центральной Азии — Сырдарьи, Или и Тарима. Наконец, Семенов дал первое и такое четкое деление северных цепей Тянь-Шаня.■



Долина в горах Тянь-Шаня.



Среди разведчиков Северного полюса поразительным упорством отличался **Роберт Пири** (1856 – 1920), офицер военно-морского флота США. Он стал своеобразным рекордсменом-профессионалом, целью которого было добраться до Северного полюса. При этом он сделал ряд географических открытий в Западной Арктике. Для тренировки Пири совершил несколько санных путешествий по Гренландии, пересек Северную Гренландию, открыл большой полуостров Гренландии – Землю Пири. Но до макушки планеты Пири все же не дошел.■

Фритьоф Нансен: открытия в Центральной Арктике

Фритьоф Нансен, норвежский исследователь Арктики и великий гуманист, был по специальности зоологом. Крупнейшее по научному значению исследование Арктики второй половины XIX в. он начал в 1893 г. на специально построенном для ледового плавания пароходе «Фрам».

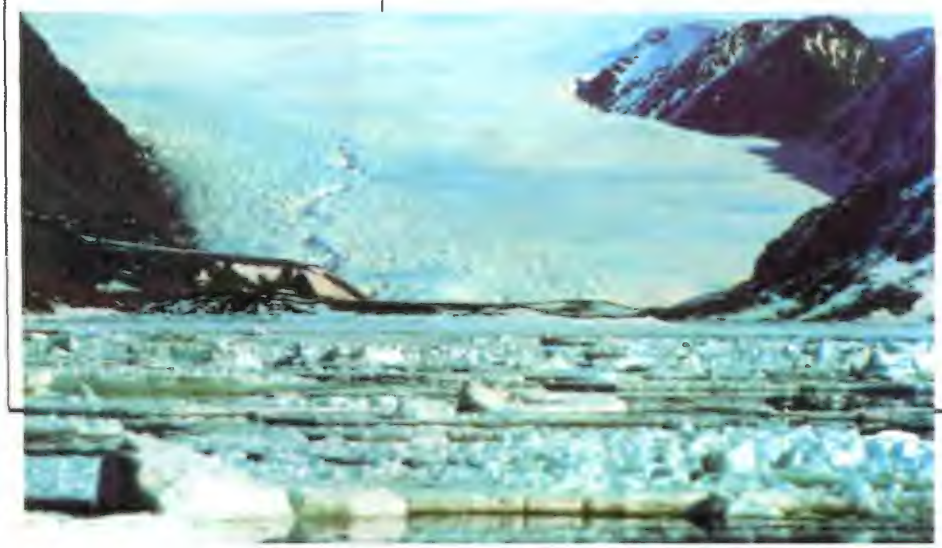
Айсберги очень часто преграждали путь кораблям, направлявшимся в Арктику.



Ф. Нансен решил направить «Фрам» на восток от мыса Челюскин и к северу от Новосибирских островов вмерзнуть в лед. Он рассчитывал, что ледовый дрейф вынесет его к полюсу. Через Югорский Шар 4 августа 1893 г. «Фрам» вышел в Карское море, обогнул Ямал и взял курс на мыс Челюскин. Лавируя под парусами и парами против сильного ветра, судно медленно продвигалось вперед: сначала — по свободному морю, затем — вдоль кромки сплоченных льдов. 18 августа во время шторма капитан О. Свердруп обнаружил к югу от корабля низменную землю «с травянистой растительностью и обрывистыми песчаными косогорами». Ей дали название остров Свердруп. 25 августа к северу от шхер Минина норвежцы вторично открыли острова (в честь участника плавания Сигурда Скотт-Гансена они названы островами Скотт-Гансена).

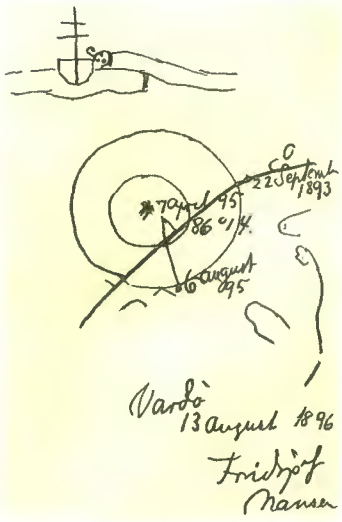
В ночь на 29 августа, не дойдя до 75° с. ш., повернули на юг и днем, «пройдя мимо бесчисленных островов и островков, попали в открытую воду, простирающуюся вдоль острова Таймыр...». Ф. Нансен назвал этот архипелаг, фактически открытый им (хотя и не полностью), островами Норденшельда. Проход на восток вскоре был снова прегражден льдом. «Фрам» блуждал среди льдов при густом снегопаде и в туманах до 7 сентября, когда наконец попал в Таймырский залив. Два дня Ф. Нансен исследовал восточный берег залива и открыл полуостров Оскара.

Ледник, расположенный недалеко от селения Эта в Северной Гренландии.



Сани, сконструированные Нансеном.





Набросок плана путешествия на Северный полюс в 1895 г., сделанный Нансеном.

На рубеже XIX — XX вв. **Отто Свердруп** (1888 – 1957) – самый прославленный ледовый капитан того времени, вошедший в историю второй великой экспедиции «Фрама». Земли, открытые во время этой экспедиции, справедливо получили его имя: большой остров Свердруп — архипелаг к западу от Элсмира, южная часть Элсмира — Земля Свердрупа.■

Джон Франклин (1786 – 1847) в Арктику впервые попал в 1818 г., в 1819 г. он возглавил сухопутную экспедицию к арктическому побережью Америки. Его книгой «Рассказ о путешествии к берегам полярного моря в 1819 — 1822 гг.» зачитывалась вся Англия.
Однако основную задачу он не выполнил: обследован был сравнительно небольшой участок неизвестного ранее побережья Ледовитого океана, а почти все озера и реки Северной Канады, через которые он проходил ранее, не раз посещались агентами компании Гудзонова залива.■

Упряжка собак.

На пути к мысу Челюскин, который норвежцы обошли утром следующего дня, они открыли острова Фирнлея, а у самого входа в пролив Вилькицкого — острова Гейберга. Дальнейший путь шел сначала вдоль берега на юго-восток, а за устьем реки Анабар — на северо-восток. 21 сентября 1893 г. «Фрам» вмерз во льды. Начался исторический дрейф «Фрама» через Центральную Арктику.■

Первое пересечение Южной Гренландии по 64-й параллели с востока на запад (длина маршрута – 560 км) было выполнено Ф. Нансеном совместно с О. Свердрупом и с четырьмя спутниками за 40 дней в августе – сентябре 1888 г. – сначала на нартах с собачьей упряжкой, а затем на лыжах. Они взяли высоту (с отметкой более 2700 м) и обнаружили, что внутренняя Гренландия покрыта гигантским ледяным куполом.
После благополучного возвращения из Гренландии Ф. Нансен предложил дерзкий план покорения полюса. «Фрам», начавший дрейф под 78°50′ с. ш., через год и три месяца, в конце 1894 г., добрался лишь до 83°24′, но затем норвежцы убедились, что льды уже не дрейфуют к полюсу. Тогда Нансен, взяв с собой Фредерика Яльмара Йоханссена, 14 марта 1895 г. оставил «Фрам» и на трех нартах двинулся к полюсу. 7 апреля он достиг 86°14′, но вынужден был повернуть на юг. Находясь на «Фраме» и во время ледового похода, Нансен обнаружил морские глубины порядка 3000 — 3800 м; а также он сделал ряд других важных океанологических открытий.
В августе 1895 г. Нансен и Йохансен вышли к Земле Франца-Иосифа и зимовали на острове Джексон. Летом при дальнейшем движении на юг на остров Нордбрук произошла (18 июля 1896 г.) неожиданная встреча Фредерика Джексона, «цивилизованного европейца в клетчатом английском костюме, тщательно выбритого и причесанного, благоухающего душистым мылом», с Нансеном — «дикарем, одетым в грязные лохмотья, с длинными всклокоченными волосами и щетинистой бородой» (Ф. Нансен). Джексон отправил обоих норвежцев на родину, и в середине августа 1896 г. они прибыли в Вардё (Северная Норвегия).
По счастливой случайности спустя шесть дней туда пришел в хорошем состоянии и «Фрам» под командой Отто Свердрупа, не потеряв за три года ни одного человека. Через восемь месяцев после ухода группы Нансена — 15 ноября 1895 г. — льды доставили «Фрам» к 85°56′ с. ш. 66°31′ в. д. Затем направление дрейфа изменилось на юго-западное, а скорость увеличилась. Чаще начали появляться полыньи, иногда — в непосредственной близости от судна, весной они стали увеличиваться. В мае была подготовлена машина, в июне «Фрам» начал самостоятельно продвигаться вперед, но случалось, его относило льдами назад. Наконец, утром 13 августа 1896 г. к северу от западного Шпицбергена «свободное, но скованное льдом море окружало нас со всех сторон, и мы с наслаждением следили за тем, как тихо покачивается «Фрам» на первых слабых волнах» (О. Свердруп).■



Исследование Антарктиды

Открытие шестого континента планеты — Антарктиды — событие всемирно-исторического значения.

Поколебала веру в наличие Антарктического материка экспедиция **Д. Росса** (1777 – 1856). Из плаваний, кроме достижений, Росс «вывез» и одно неверное представление — он сомневался в существовании Антарктического материка: обнаруженные его предшественниками участки побережья и открытую им Землю Виктории он считал островами.■

Летом 1874 г. в Антарктиде работала английская океанографическая экспедиция **Ч. У. Томсона** (1830 – 1882) на паровом корвете «Челленджер». В феврале 1875 г. она пересекла Южный полярный круг и несколько недель вела травление донных осадков. Натуралист экспедиции **Д. Меррей** (1841 – 1914), изучив поднятые пробы и проанализировав открытия предшественников, пришел к твердому выводу: в околополюсном регионе расположена суша. На составленной им карте изображены антарктический континент и пункты на побережье, к которым подходили суда **Ф. Ф. Беллинсгаузена** (1778 – 1852) и **М. П. Лазарева** (1788 – 1851). Большую часть береговой линии материка Д. Меррей нанес пунктиром, однако общие контуры Антарктиды намечены им верно. И с тех пор шестая часть света заняла постоянное место на картах. Но все же во мнениях географов относительно Антарктиды был полный разброд, и споры между ними продолжались до начала XX в. Многие географы-специалисты выступали против общераспространенной среди неспециалистов веры в существование единого антарктического материка, видя в этом «последние остатки старинной мечты о южном материке».■



Антарктида.

Повторить дрейф Нансена в 1909 г. решил Руал Амундсен. Для этого он приобрел старый, но еще крепкий «Фрам». Однако во время подготовки он узнал, что Кук и Пири уже достигли Северного полюса (как позднее доказано — лишь района полюса), а Скотт только готовит экспедицию к Южному полюсу. Тогда Амундсен в 1910 г. принял новое решение, но держал его в секрете даже от команды «Фрама», пока не вышел в океан и не взял курс на юг. Корабль доставил Амундсена в указанный им пункт — восточный край Ледяного барьера Росса. 14 января 1911 г. норвежцы высадились в Китовой бухте на Ледяной барьер и организовали там лагерь «Франхейм» для Амундсена и семи его товарищей. При выборе места для лагеря и составлении плана достижения полюса Амундсен талантливо использовал свой большой полярный опыт. Его маршрут до полюса был на 100 км короче избранного Шеклтоном и Скоттом. Правда, путь оказался труднее: движению препятствовали два значительных участка трещин на шельфовом леднике Росса, да и подъем с него по леднику на горное «обрамление» оказался очень крутым. (Открытый им хребет Куин-Мод является главным компонентом Трансантарктических гор.) Зато Амундсен с необыкновенной точностью рассчитал все этапы пути.

В поход к Южному полюсу Амундсен выступил 20 октября 1911 г. с четырьмя товарищами на санях, запряженных собаками. Норвежцы достигли Южного полюса 15 декабря 1911 г., разбили там палатку и подняли флаг своей родины на плато высотой 2800 м. 17 декабря они повернули на север. Через каждые три дня они убивали собаку, таким образом люди и животные питались свежим мясом, пока не достигли ближайшего к полюсу склада. Пройдя в оба конца 2800 км, они вернулись в Китовую бухту 26 января 1912 г. после 99-суточного ледового похода.■

Экспедицию Роберта Скотта в залив Мак-Мердо, к месту зимовки, 3 января 1911 г. доставило судно «Терра Нова». После высадки берегового отряда командир корабля Гарри Пеннелл прошел вдоль ледника Росса к базе Амундсена и, вернувшись, сообщил Р. Скотту неожиданную новость о планах норвежцев покорить полюс. Затем Пеннелл направился к северу, держась побережья Земли Виктории, и за мысом Норт обнаружил не менее 300 км побережья материка, протягивающегося к востоку. Он присвоил этой земле имя Лоуренса Отса, участника похода к полюсу.

Роберт Скотт предполагал дойти до полюса по маршруту Шеклтона с помощью моторных саней, индийских пони и собак. В путь он выступил 2 ноября 1911 г. Моторные сани вскоре пришлось бросить за 83-й параллелью, когда вышел весь фураж, были перебиты все пони. У 84° он отправил обрат-



Нехитрая пища и утварь отважных исследователей.



Хронометр, которым пользовался Роберт Скотт.

Пятница 16 марта или суббота 17 марта: «Потерял счет числам, верно, кажется, последнее. Жизнь наша — чистая трагедия. Отс сказал: «Пойду пройдусь. Может быть, не скоро вернусь». Он ушел в метель, и мы больше его не видели... мы знали, что... Отс идет на смерть, и отговаривали его, но... сознавали, что он поступает как благородный человек...» 29 марта: «С 21-го числа свирепствовал непрерывный шторм... 20-го у нас было топлива на две чашки чая на каждого и на два дня сухой пищи. Каждый день мы были готовы идти... но нет возможности выйти из палатки — так несет и крутит снег. Не думаю, чтобы мы теперь могли еще на что-либо надеяться...» Последняя запись: «Ради бога, не оставьте наших близких».■

но собачьи упряжки, и англичане сами тащили тяжело нагруженные сани. За 85° Скотт приказал вернуться четверым людям, у 87°30′ — еще троим. Дальше к югу пошли пятеро: Скотт, врач Э. Уилсон, офицеры Л. Отс и Г. Боуэрс и унтер-офицер Э. Эванс. Последние 250 км до полюса они проделали уже с чрезмерной затратой сил. Часто приходилось тащить сани по сухому сыпучему снегу, и они проходили тогда в час не более 2 км. Иногда за целый день они продвигались меньше чем на 10 км.■

Когда до полюса оставалось всего несколько километров, Скотт занес в дневник следующую запись: «... разглядели черную точку впереди... (оказавшуюся) черным флагом, привязанным к полозу от саней. Тут же поблизости были видны остатки лагеря... Норвежцы нас опередили. Они первыми достигли полюса. Ужасное разочарование!» 18 января англичане нашли палатку, а в ней — несколько брошенных инструментов, три мешка с «беспорядочной коллекцией рукавиц и носков» и записку на имя капитана Скотта от Амундсена с просьбой доставить от него письма норвежскому королю. Англичане сфотографировали и зарисовали палатку, у полюса водрузили английский флаг, сфотографировались и пустились в обратный путь.

По дороге от своей базы к полюсу Скотт устроил десять промежуточных складов провианта и топлива. На обратном пути его ближайшей целью было поскорее добраться до очередного склада, чтобы возобновить запасы пищи и горючего. Но чем ближе группа подходила к базе, тем голоднее и слабее становились люди. Вскоре самый молодой и физически самый сильный из них — Эванс начал обнаруживать признаки душевной болезни. Он часто отставал, падал, отморозил нос, руки и ноги и, наконец, совсем изнемог, а 17 февраля скончался. Дальнейший путь оказался еще тяжелее. Они часто сбивались с пути. В конце февраля, когда «топлива стало ужасно мало», температура начала резко падать. Из записей Скотта за март видно, как у них изо дня в день исчезала воля к жизни и росло отчаяние. И все же они тащили до самого конца геологическую коллекцию: около 15 кг образцов пород, собранных на пути к полюсу.

С приходом весны (12 ноября 1912 г.) поисковый отряд нашел палатку, частично занесенную снегом, и в ней три тела. Уилсон и Боуэрс лежали в закрытых спальных мешках. «Скотт умер позднее, — писал участник экспедиции врач Э. Аткинсон. — Он отбросил отвороты своего спального мешка и раскрыл куртку... одна рука была откинута поперек тела Уилсона... Мы отыскали все их снаряжение и откопали из-под снега сани с поклажей. Среди вещей было 35 фунтов очень ценных геологических образцов... они не расставались с этой коллекцией до самого конца. На второй день мы... распрощались с ними навсегда. Одинокие в своем величии, они будут лежать... не подвергаясь телесному разложению — в самой подходящей для себя могиле на свете...»■



Внутреннее строение и рельеф Земли

Какая она, планета Земля, твердая или жидкая? Вопрос отнюдь не праздный, и не может быть решен однозначно. С глубокой древности величайшие умы человечества стремились узнать, что находится у нас глубоко под ногами, что служит основанием окружающего нас мира. Тем не менее до сих пор о глубинных слоях Земли мы знаем меньше, чем о космосе, и шансов когда-либо проникнуть в подземный мир не так уж и много.

Достоверно известно лишь то, что планету покрывает каменная оболочка – земная кора, которую М.В. Ломоносов образно называл «черепом Земли», и, скорее всего, это единственная по-настоящему твердая ее часть. Но толщина коры всего 5 – 75 км, т. е. по отношению ко всей планете, средний радиус которой 6371 км, она еще тоньше, чем кожура у персика.

Под земной корой располагается мантия, вещество которой находится большей частью в вязкопластичном, а кое-где и в расплавленном состоянии. Причиной тому не только высокие температуры, достигающие 700 – 2000°С, но и громадное давление, оказываемое вышележащими толщами.

Под мантией, на глубине около 2900 км от поверхности, скрыто ядро Земли в форме шара радиусом почти 3500 км. Это самая горячая и плотная ее часть, которая состоит в основном из железа и никеля. Ученые предполагают, что внешнее ядро находится в жидком состоянии, во внутреннем же ядре давление столь велико, что оно, несмотря на температуру порядка 6000 – 10 000°С, представляет собой твердое тело.

Как космический объект Земля обладает различными физическими полями. Нам прежде всего заметно ее гравитационное поле, объединяющее вещество, придающее ей шарообразную форму и удерживающее предметы на поверхности.

Земля и ряд планет Солнечной системы имеют магнитное поле. Обычно мы замечаем его по движению стрелки компаса, стремящейся указать на один из магнитных полюсов.

Есть у Земли и электрическое поле, положительный заряд которого сосредоточен в нижних слоях атмосферы, а отрицательный – в верхней части земной коры.

Разогретые распадом радиоактивных элементов недра испускают энергию вовне в виде так называемого теплового потока. Это главное проявление еще одного поля Земли – теплового. Земную кору и атмосферу оно подогревает повсеместно, но наиболее заметно это в вулканических областях и в местах выхода горячих источников.

Вещество Земли испытывает колебательные движения различной силы. Ее постоянно пронизывают звуковые, или акустические, волны, которые распространяются во внутренних оболочках в несколько раз быстрее, чем в воздухе. Они образуют так называемое сейсмическое поле.

Земля обладает также радиационным полем, которое обязано своим существованием нестабильным изотопам и радиоактивным элементам, рассеянным во внутренних оболочках.

Вещество Земли постоянно находится в движении. Мантийные потоки медленно поднимаются вверх от ядра, затем растекаются в стороны вдоль поверхности и, сходясь в других областях, вновь погружаются в глубь. В результате хрупкая земная кора раскалывается на блоки и плиты, которые перемещаются в горизонтальном направлении. Скорость перемещения так называемых литосферных плит чрезвычайно мала – миллиметры, максимум первые сантиметры в год. Но именно их движение определяет внешний облик планеты и многие процессы, происходящие на ней.

За миллиарды лет существования Земля сильно изменилась. Она подвергалась бомбардировке метеоритами и астероидами, заливалась раскаленной магмой и покрывалась вулканическим пеплом. Материки и океаны многократно меняли свое положение, климат становился то теплее, то холоднее. Жизнь, зародившаяся в воде, вышла на сушу и освоила нижние слои атмосферы. Газовая оболочка насытилась живительным кислородом и приобрела состав, позволяющий называть эту смесь воздухом. Все это нашло отражение в каменной летописи, которая и поведала об истории нашей планеты.

Человеку потребовалось не одно столетие, чтобы прочесть «каменные страницы». Остатки и отпечатки ископаемых животных и растений рассказали о географических условиях далеких эпох, о

том, как развивалась жизнь на Земле. Довольно красноречив и сам «каменный» материал. Каждая песчинка или кристаллик способны поведать пытливому ученому-геологу о своем образовании и о пути, который они прошли, прежде чем объединиться с себе подобными в виде прочного монолита.

Особое место в земной коре занимает вода. В областях с холодным климатом она находится в замерзшем состоянии и сковывает горные породы, образуя так называемвую вечную мерзлоту. Недра Земли интересовали человека прежде всего с практической точки зрения. Издревле его привлекали красивые блестящие камни, выброшенные водой на берег или обнажившиеся на горном склоне после обвала. Затем он научился добывать их в шахтах и карьерах. Потребности все время возрастали, и в сферу интересов постоянно вовлекались новые материалы, извлекаемые из недр.

Так человек познакомился с миром минералов и горных пород. Минералы оказались элементарными частицами, своеобразными «клетками», из которых состоит твердая оболочка Земли. Эти частицы, скрепленные друг с другом, образуют собственно каменное вещество планеты – горные породы. Те в свою очередь формируют крупные объемы в земной коре – геологические тела и тектонические структуры.

Нам привычна неподвижность каменной оболочки, ее кажущаяся неизменность, незыблемость, а потому мы обычно забываем о ее существовании. Однако время от времени планета напоминает о себе своими движениями, и эти импульсы часто приводят к стихийным бедствиям. Извержение вулкана – одно из самых грандиозных, впечатляющих и опасных природных явлений. Магма, эта «раскаленная кровь» Земли, в отдаленном геологическом прошлом нередко изливалась через широкие протяженные трещины и покрывала обширные пространства. К нашему времени вулканическая деятельность заметно сократилась. Теперь магма поднимается по сравнительно нешироким цилиндрическим каналам – жерлам. Они сосредоточены в основном в подвижных поясах, находящихся на стыке литосферных плит.

В подвижных поясах, как правило, наиболее значительны напряжения в земной коре, где энергия высвобождается в виде резких смещений жестких блоков, которые вызывают сейсмические толчки. Тем не менее гораздо мощнее и значительнее по последствиям медленные или вековые движения земной коры, такие незаметные на первый взгляд. Скорость их может показаться ничтожной, но действуют они однонаправленно в течение сотен тысяч и миллионов лет. Именно эти медленные перемещения формируют лик Земли, создают главные его черты в виде гор, равнин, океанских впадин. Внутренние, или эндогенные, процессы выступают как бы в качестве архитектора планеты, которые оперируют громадными по размерам тектоническими структурами. Образуемые ими крупнейшие формы рельефа Земли учеными предложено называть морфоструктурами.

Силы, действующие во внешних оболочках планеты, вызывают к жизни разнообразные экзогенные процессы. Внешние силы, как правило, перемещают мелкие частицы горных пород или минеральное вещество в растворенном состоянии. Их воздействие на рельеф можно сравнить с работой скульптора, который украшает деталями здание, возведенное архитектором. Так, текучие воды образуют густую сеть речных долин, ледники заостряют вершины и выпахивают глубокие котловины, ветры формируют в пустынях скалы и создают из песка холмы и гряды – барханы и дюны. Области, где распространена многолетняя мерзлота, буквально усеяны трещинами, буграми, округлыми провалами и каменными развалами.

В последнее время на арену рельефообразования все активнее выходит человек. Он занимается перепланировкой местности, подготавливая строительные площадки, вырывает карьеры, добывая полезные ископаемые, делает насыпи и выемки, прокладывая дороги. Более того, хозяйственная деятельность изменяет естественный ход процессов формирования рельефа; бывает, что человек пробуждает их, сам того не желая. На распаханных полях начинается эрозия, после вырубки леса появляются лавины и оползни, на берегах водохранилищ волны разрушают вновь созданные берега.■

Ибо не могут никак животные с неба свалиться.
Или из заводей выйти соленых земные созданья.
Вот почему остается признать, что заслуженно носит Матери имя Земля, ибо все из Земли породилось.

Лукреций. О природе вещей.■



Окаменелости — это остатки животных и растений, сохранившиеся в горных породах. Самый древний известный в мире организм — бактерия, жившая в море 3 млрд. лет назад.

Извержения вулканов часто сопровождаются взрывами раскаленного вещества.



Из истории изучения недр Земли

В подземном «космосе» рождаются минералы и горные породы, движутся литосферные плиты. Земля вздрагивает от внутренних сотрясений и извержений вулканов.



Еще в глубокой древности, задолго до нашей эры, ученых интересовали недра Земли. Извержения вулканов, гигантские пропасти и провалы, землетрясения свидетельствовали о том, что в глубине Земли происходят какие-то непонятные процессы. Возникали мифы о подземных жителях и зверях, никогда не показывающихся на поверхности, о боге подземного царства Плутоне. Люди наделяли их человеческими качествами и полагали, что неведомые существа тоже могут злиться и бороться между собой, вследствие чего Земля трясется, вулканы извергаются, а море заливает сушу.

Древнегреческий философ и ученый **Аристотель** (384 — 322 гг. до н. э.), например, объяснял возникновение землетрясений тем, что земная кора имеет отверстия, через которые сильные ветры воздействуют на подземные воды. Эти воды растворяют породы, образуя в них пустоты и провалы.

Древнегреческий географ и историк **Страбон** (64/63 г. до н. э. — 23/24 г. н. э.) объяснял находки морских раковин вдали от моря тем, что поверхность Земли то поднимается, то опускается. Так, по его мнению, возникли острова и даже материки, а вулканы — это клапаны, предохраняющие Землю от накопления газов и взрывов.

Среднеазиатский ученый-энциклопедист **Бируни** (973 — около 1050) писал, что суша и море всегда перемещаются. Если мы видим гору из слоев окатанных камней, считал Бируни, значит, галька и гравий — это те камни, которые когда-то откололись от гор и затем долго подвергались воздействию водных потоков и ветров, а затем превратились в единую массу — «тесто». Современник Бируни, живший и в Средней Азии, и в Иране, ученый, философ, врач Ибн Сина – **Авиценна** (около 980 — 1037) полагал, что образование камней происходит или очень быстро под действием сильного жара, или медленно, если жар небольшой. Тогда горы образуются из вязкой глины, которая долго сохнет и постепенно превращается в камень.

Логика этих рассуждений безупречна: сначала накапливается рыхлый осадок, а уж потом этот осадок окаменевает. Теперь мы знаем, что от поверхности Земли до ее центра 6371 км, но только верхние 10 — 12 км подземных недр стали известны нам по результатам бурения геологических скважин. За 2 тыс. лет человек так и не смог проникнуть в глубокие недра Земли.■

Изучением строения каменной оболочки нашей планеты занимается наука **геология**. По словам российского геолога и географа В. А. Обручева, «геология изучает каменную оболочку Земли», но это всего лишь оболочка, как бы скорлупа на поверхности планеты. М. В. Ло-

Выдающийся российский геолог и географ, академик, почетный президент Русского географического общества, исследователь Сибири и Центральной Азии **В. А. Обручев** (1863 – 1956) в своей автобиографии писал, что его всю жизнь интересовали вопросы происхождения «древнего темени» Азии, месторождений золота, тектонического строения Сибири, оледенений и вечной мерзлоты, природа лёссов. В. А. Обручев был прекрасным популяризатором знаний по геологии и географии. Он написал увлекательные научно-фантастические романы «Плутония», «Земля Санникова», «В дебрях Центральной Азии». Его именем названы хребты и вершины гор, вулканы, ледники, минерал (обручевит) и даже разлом на западном берегу озера Байкал.■

Многие окаменелости представлены морскими организмами, так как именно в море особенно интенсивно и непрерывно образуются осадочные породы, чему способствуют намыв материала и осаждение вещества из морской воды. Остатки птерозавра (летающего ящера), найденные в горах Каратау на юге Казахстана.

моносов называл ее «черепом Земли». Геология — книга для чтения по истории планеты. Знания о строении горных пород, их составе и различиях помогают как при разведывании полезных ископаемых, так и при строительстве городов и сел, заводов и железных дорог. Для этого проводится геологическая съемка местности. Геологи на специальные карты наносят все особенности горных пород, их распространение и возраст.



Ископаемый остаток пальмы.

На Русской равнине хорошо видно, как толщи ледниковых и речных наносов, образовавшихся в последний миллион лет, залегают над слоями пород, сложившихся сотни миллионов лет назад.

Перед геологами издавна стояла трудная задача – определить возраст горных пород. Для этого необходимо было вести исследования по разным направлениям. Так, появились **палеонтологические, радиологические и стратиграфические методы.**■

Палеонтологические методы основаны на изучении древних окаменелых остатков животных, отпечатков листьев растений и раковин моллюсков. Сравнивая их с ныне живущими животными и растениями, можно установить, что изменилось и что совершенно исчезло с поверхности Земли. Изучая историю зарождения жизни на нашей планете, ученые выявили основные этапы развития органического мира.■

Радиологические методы дают возможность определить абсолютный возраст породы и минералов по степени распада радиоактивных материалов — урана, тория, калия и др. Наиболее известны калий-аргоновый и радиоуглеродный методы. С их помощью геологи смогли установить возраст пород в интервале от 4,5 млрд. до 1 тыс. лет.■

Стратиграфические методы исследований помогают определить последовательное накопление отложений и пород с учетом их происхождения, или, как чаще говорят ученые, их генезиса. Изучение строения глин, песков, галечников и т. д. прежде всего позволило отделить мор-



Отпечаток пера птицы, обитавшей в меловой период.





Ископаемый остаток летающей рептилии.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

Эры (млн. лет)	Периоды (млн. лет)	Основные этапы развития органического мира
Кайнозойская 0 — 70	Четвертичный 0 — 1,8	Появление и развитие человека. Современная флора и фауна
	Неогеновый 1,8 — 25	Флора и фауна, близкая к современной. Появление человекообразных обезьян. Развитие копытных, хоботных и хищных млекопитающих
	Палеогеновый 25 — 70	Распространение в морской фауне моллюсков и фораминифер. Вымирание архаических копытных и хищников. Появление новых млекопитающих — копытных, хоботных, хищников, насекомоядных и грызунов. Широкое распространение покрытосеменных растений — древесных и трав
Мезозойская 70 — 240	Меловой 70 — 137	Вымирание аммонитов, белемнитов, ихтиозавров, плезиозавров, летающих ящеров, динозавров. Появление новых групп динозавров — растительноядных, панцирных. Развитие моллюсков
	Юрский 137 — 195	Широкое распространение динозавров, летающих ящеров, ихтиозавров, плезиозавров. Появление первых птиц, млекопитающих, крокодилов, ящериц. Развитие голосеменных растений
	Триасовый 195 — 240	Вымирание древних пресмыкающихся и появление новых групп — черепах, клювоголовых, динозавров
Палеозойская 240 — 600	Пермский 240 — 285	Вымирание трилобитов. Развитие котилозавров и звероподобных. Развитие голосемянных растений. Резкое сокращение общего числа видов флоры и фауны
	Каменноугольный 285 — 350	Развитие фораминифер, кораллов, иглокожих. Появление первых пресмыкающихся. Расцвет гигантских хвощей, плаунов, папоротников
	Девонский 350 — 405	Развитие папоротников, плаунов, хвощей. Появление рыб и первых наземных позвоночных — стегоцефалов
	Силурийский 405 — 455	Развитие псилофитов и папоротникообразных растений. Появление кораллов, червей, мшанок, морских ежей
	Ордовикский 455 — 500	Широкое распространение губок, иглокожих, моллюсков
	Кембрийский 500 — 600	Распространение трилобитов, моллюсков. Появление мхов, хвощей, папоротников
Протерозойская 600 — 2000		Появление радиолярий, губок, моллюсков. Распространение водорослей и бактерий
Архейская 2000 — 4000		Появление бактерий, одноклеточных растений



ские осадки от континентальных, т. е. образовавшихся на суше. Кроме того, удалось более подробно разделить геологические периоды на ряд эпох. Так появилась **геохронологическая шкала**, в которой выделены геологические эры, периоды и эпохи. Каждому периоду был присвоен собственный индекс, а на геологических картах — свой цвет.■

Названия многих геологических периодов связаны с определенными событиями или местностями, где были найдены породы того или иного возраста. Так, **кембрийский** период получил свое название по одной из областей в Англии; **силурийский** — по имени древнего племени силуров; **каменноугольный** — по накоплению в эту эпоху огромных масс угля; **пермский** – по названию Пермской губернии в России; **юрский** – по горам Юра во Франции и Швейцарии (Альпы), а белый мел в обрывах берегов Англии дал название **меловому** периоду.■

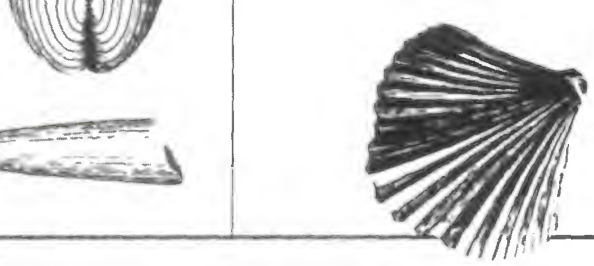
Самыми глубокими недрами Земли занимается наука **геофизика**. Применение в геологии физических методов позволило установить, что каждая порода обладает своими характерными чертами, т. е. плотностью, электрической проводимостью, магнитной напряженностью, температурой и другими свойствами. Изучение пород в верхней каменной оболочке Земли показывает, что с глубиной они могут изменяться. Так возникла необходимость найти способ, позволяющий «просвечивать» недра Земли вплоть до ее центра. На помощь ученым пришла **сейсмология** — наука о земных колебаниях, возникающих при извержениях вулканов, землетрясениях и пр. Появились специальные приборы — сейсмографы, автоматически записывающие различные колебания вещества Земли.■

Свойства и происхождение минералов изучает наука **минералогия** (от лат. minera – руда). Важную ее часть составляет **кристаллография** – наука о геометрических, физических и химических свойствах минералов.■

Окаменелая морская лилия (родственник морских ежей и морских звезд). Обитала на дне моря примерно 220 млн. лет назад.



Брахиопода.



Слои горных пород, образовавшиеся в мезозойскую эру, богаты окаменелостями. Особенно много встречается аммонитов, белемнитов и двустворчатых моллюсков.



Двустворчатый моллюск.

Белемнит.

Мир минералов

Путешественники и ученые-естествоиспытатели с давних пор удивлялись многоцветию горных склонов и обрывов в долинах рек. Розовые и серые граниты, ослепительно белые мергели, желто-серые известняки и мраморы заставляли ученых и строителей внимательнее вглядываться в мельчайшие частицы, из которых состояли породы. Эти частицы как бы скрепляли разноцветные камни. Такие мельчайшие частицы стали называть минералами.

Минерал (от лат. minera – руда) — это природное химическое соединение, обладающее определенной внутренней структурой. В зависимости от нее **минерал** может иметь вид как бы ограненного куба, призмы или многогранника. **Кристаллом** называют твердое тело, в котором атомы или молекулы располагаются геометрически закономерно – в зависимости от типа кристаллической решетки.

В кристаллографии под термином «кристаллическая решетка» понимают систему точек (узлов), где находятся одинаковые молекулы. От расположения узлов зависит форма кристаллов, которая может быть самой разнообразной — от простой до весьма сложной. К простым, например, относят кристаллы в виде куба, пирамиды или двойной пирамиды, призмы и т. п. Кристаллов со сложной формой поверхности гораздо больше, и они имеют вид четырех-, шести-, восьмигранников. Бывает и значительно больше граней, а также их комбинаций. По числу граней кристаллы стали называть **тригональными, тетрагональными, гексагональными.**

Вещество в недрах Земли почти полностью состоит из минералов. В зависимости от давления и температуры они имеют различный состав и находятся в разных состояниях. Одни ученые полагают, что минералы могут быть твердыми (алмаз, кварц, гранат и пр.) и жидкими (вода, ртуть и др.); другие утверждают, что жидких минералов не может быть, и предпочитают называть их веществами. Тем не менее известно, например, что при замерзании вода, имеющая химическую форму-



Самородок платины с Урала и аргентит (серебряный блеск) из месторождения в Чехии.



Доломит с наросшими кристаллами кальцита.



Самородок золота, найденный на Аляске.

В названиях минералов нашли отражение история их обнаружения, свойства минералов, места находок, имена ученых и первопроходцев. Латинские и греческие корни легли в основу многих названий минералов и горных пород. По ним иногда можно судить даже о химическом составе. Высокое содержание железа отражено в названиях ферроплатина (от лат. ferrum – железо) и сидерита (от греч. sideros – железо); меди – в названиях халькопирита (от греч. chalkos — медь) и куприта (от лат. cuprum – медь); свинца – в названии молибденита (от греч. molybdos – свинец); соли – в названии галита (от греч. hals – соль). Даже неодинаковое раскалывание кристаллов отразилось в названиях: ортоклаз — прямо раскалывающийся; плагиоклаз — косо раскалывающийся.

Есть минералы, названные по местам их находки. Это аляскит, т. е. найденный на Аляске; андалузит, обнаруженный в испанской провинции Андалузия; везувиан — около Везувия; байкалит — вблизи озера Байкал; мусковит, поставлявшийся в Западную Европу из Московии. Использовались также фамилии и имена: например обручевит назван в честь В. А. Обручева, гагаринит — Ю. А. Гагарина и т. д.■

Все свойства минералов формируются в период их образования и тесно связаны с условиями происхождения. Следовательно, появление каждого нового минерала характеризует состояние глубоких недр Земли. Например, алмаз – продукт кристаллизации при очень высоких давлениях и температуре на глубине не меньше 20 км; при этом рост кристаллов алмаза продолжается не одну тысячу лет.

Внутри некоторых минералов встречаются необычные вкрапления других минералов. Это, как правило, «законсервированные» фрагменты той среды, в которой образовался минерал. Например, в кристаллах кварца встречаются кристаллы пирита и хлорита.

Самородные металлы, такие, как золото, платина, медь и другие, часто кристаллизуются, образуя своеобразные сростки кристаллов в виде цепочек, веточек.■

Сростки однородных минералов называются друзами. Чаще всего их можно увидеть при осмотре месторождений горного хрусталя или пегматитовых тел в толще гранитов. Друзы могут достигать значительных размеров и весить многие тонны, иные можно поместить на ладони, любуясь игрой света на блестящих кристаллах.■

Друза кристаллов горного хрусталя из Бразилии.





Горный хрусталь.

лу H_2O, превращается в лед, который состоит из множества мелких кристаллов, прочно скрепленных между собой и имеющих тот же химический состав, что и вода.■

Самым распространенным на планете минералом является кварц. Он имеет множество разновидностей: горный хрусталь, аметист, раухтопаз, морион, цитрин, халцедон, который, в свою очередь, представляет собой целое семейство — хризопраз, сердолик, сардер, агат. Весьма многочисленна группа корунда: сапфир, рубин, ориент-топаз, ориент-изумруд.■

Каждый минерал обладает такими физическими свойствами, как **плотность**, **твердость**, **спайность**, **излом**, **цвет**, **блеск**, **прозрачность**. Плотность минерала (в г/см^3) во многом зависит от типа кристаллической решетки, т. е. от химического состава минерала. Если величина его плотности равна 2,7 г/см^3 или меньше, он относится к категории легких; если плотность превышает 2,75 г/см^3 – к тяжелым. Особенно тяжелыми являются самородное золото и платина, плотность которых превышает 19 г/см^3.■



Красная серебряная руда.

Твердость минерала измеряется в условных (относительных) или абсолютных величинах. В минералогии пользуются шкалой Мооса, в которой приводится относительная твердость минералов, расположенных в порядке возрастающей твердости: 1 – тальк; 2 – гипс; 3 – кальцит; 4 – флюорит; 5 – апатит; 6 – ортоклаз; 7 – кварц; 8 – топаз; 9 – корунд; 10 – алмаз. Как видим, самым твердым из минералов является алмаз, его твердость по шкале Мооса составляет 10. Однако измерения его твердости в точном физическом выражении показали, что она превышает твердость талька (1) примерно в 5000 раз.■

Способность минерала раскалываться по плоскостям называют его спайностью. Минералы могут обладать весьма совершенной спайностью (мусковит, биотит и др.), совершенной, средней и весьма несовершенной. В последнем случае минерал при ударе распадается не на пластинки, а на остроугольные обломки. Излом характеризует поверхность минерала, которая образуется при его раскалывании. Излом бывает зернистым, раковистым, занозистым и др.■

Свойство минерала отражать лучи света определяет его блеск, который бывает металлическим, стеклянным, алмазным, жирным, шелковистым, перламутровым.■

Цвет – очень важное свойство минерала и зависит главным образом от химического состава. Например, такой минерал, как гранат, может иметь самый разный цвет. Разновидность граната: пироп – темно-вишневый; альмандин – розовый, карбункул – красный, гроссуляр – серый.■

Горные породы

Минералы, как правило, редко встречаются поодиночке. Их совокупности образуют горные породы, которые представляют собой естественные природные агрегаты из множества минералов. Те минералы, которых в породе больше всего (20 — 50%), геологи называют породообразующими, остальные, которых обычно не более 2 — 3%, — акцессорными минералами (от лат. accessorius — добавочный).

Каждая горная порода характеризуется степенью кристалличности, величиной и формой минералов, расположением мельчайших частиц относительно друг друга. По происхождению различают горные породы **магматические**, **осадочные** и **метаморфические**.■

Магматические горные породы образуются обычно на большой глубине, где преобладают высокие температуры и давление. Они кристаллизуются из очень горячих природных расплавов (из магмы) с характерным силикатным составом. На долю полевых шпатов в них в среднем приходится около 60%, кварца — около 12%, пироксена — около 12%. Глубинным магматическим породам присуще равномерное распределение зерен минералов. Магматические породы делят на две большие подгруппы: **интрузивные** (граниты, диориты, габбро) и **эффузивные**, т. е. вулканические (базальты, андезиты, липариты, дациты). Кроме того, по химическому составу условно выделяют кислые, основные и ультраосновные магматические породы. К кислым относятся породы, содержащие в среднем 64 — 78% кремнезема (SiO_2): граниты, дациты, гранодиориты. Основные породы в среднем содержат 44 — 53% кремнезема: габбро, базальты, пироксениты и др. Ультраосновные породы содержат 30 — 44% кремнезема: дуниты, перидотиты и др.■



Обломок базальта с миндалинами кварца, хлорита и агата.

Базальт – самая распространенная эффузивная (от лат. extrusio – выталкивание) вулканическая порода. Потоки базальтовой лавы часто застывают в виде обширных покровов, которые занимают площадь в несколько тысяч квадратных километров. Гавайские острова появились в результате также извержений базальтовой магмы.■

«Письменный гранит» из Норвегии.

Красный гранит из Швеции.



Граниты (от лат. granulum – зернышко) возникают при кристаллизации магмы на глубине более 2 км. Внешне граниты — среднезернистые или крупнозернистые породы, имеющие светлую (розовую, красную, серую) окраску. Цвет гранитов во многом зависит от содержания калиевого полевого шпата. В этих породах преобладающими являются кварц (30 — 35%), полевой шпат (50 — 60%), плагиоклаз (10 — 15%). Акцессорных минералов бывает очень много: апатит, циркон, сфен, монацит, турмалин, биотит, магнетит и др. Насчитывается более двух десятков разновидностей гранитных пород. Среди них есть гигантозернистые пегматиты и мелкозернистые аляскиты. В зависимости от химического состава граниты могут быть плагиоклазовыми или щелочными. Плотность гранитов колеблется от 2,58 до 2,81 г/см^3. Граниты различаются по своей форме, происхождению и глубине образования. Удалось выяснить, что часть магматических расплавов, образовавших граниты, залегала на глубине 15 —

Рапакиви – еще один вид гранитов, которые состоят из неравномерно расположенных крупных и мелких зерен минералов. Из рапакиви «вырезаны» Александровская колонна, стоящая перед Эрмитажем в Санкт-Петербурге, и пятиметровые фигуры атлантов у входа в Эрмитаж.
Нижние этажи и порталы главного здания Московского университета на Воробьевых горах облицованы оранжево-красным темным гранитом.■



Габбро-глубинная порода.

Габбро – интрузивная вулканическая порода, которая образуется из магмы в начале ее остывания. Крупнозернистость свидетельствует о том, что процесс остывания проходил долго, как и у гранита, но габбро имеет более темный цвет, так как в него не входит кварц, но присутствуют оливин и пироксен.■

20 км, при этом были отмечены следы поднятия гранитной магмы со скоростью примерно 100 — 150 см в год. Мощности гранитных тел достигают 6 — 8 км.
Гранит — прочная горная порода с красивым рисунком расположения кристаллов. Когда хотят сказать о чем-то очень прочном, говорят «крепкий, как гранит». Действительно, из гранита делают фундаменты, опоры мостов. Гранитной брусчаткой выложены улицы. Нижние этажи городских зданий часто облицовывают этим камнем. Гранит может противостоять ветру, дождю и снегу. Это объясняется особенностями его кристаллического строения, а внешний облик зависит от размеров породообразующих минералов и их цвета. Как правило, цвет гранита — это цвет его основного компонента – калиевого полевого шпата. Особой разновидностью гранитов являются пегматиты — крупно- и гигантозернистые магматические породы. Из-за роста кристаллов кварца, проникающих сквозь полевые шпаты, пегматиты имеют вид «клинописи» на камне. Отсюда и такие названия, как «письменный гранит», «еврейский камень» и др. Из пегматитов добывают слюду, полевой шпат, драгоценные камни.
Гранит, как и всякая другая порода, может разрушаться на открытом воздухе, но происходит это медленно и едва заметно. Исторический опыт использования полированных плит гранита, которые подвергались воздействию резких колебаний температуры и атмосферных осадков, показал, что поверхность плит может начать изменяться только через 200 — 250 лет. Однако в современном мире выхлопные газы автомобилей, кислотные дожди и заводской дым существенно ускоряют процесс разрушения гранитов.■

Магматические расплавы иногда прорываются по трещинам на поверхность, изливаясь в виде вулканических потоков. Излившиеся **(эффузивные)** потоки отличаются неравномерной кристалличностью, а отдельные минералы заключены в пористую или стекловидную массу. Кристаллы в ней практически не видны. К таким горным породам относят базальты, которые по своему химическому составу являются основными породами (их плотность составляет 2,85 г/см^3), и липариты — кислые породы с плотностью 2,59 г/см^3. Базальтовый расплав бывает сильно насыщен газами. Попадая на поверхность Земли, газы улетучиваются, ос-

Покров столбчатых базальтов.



Пемза, обсидиан – разновидности риолита. Риолитовая магма имеет тот же химический состав, что и гранит, и обладает большей вязкостью, чем базальтовые лавы. Вследствие этого риолитовая лава часто остывает и образует пробку внутри кратера, которая преграждает путь магме, пока давление не возрастает настолько, что происходит взрыв. Иногда образуются веретенообразные вулканические бомбы – куски лавы длиной до 1 м, которые вылетают из жерла вулкана с огромной скоростью, а при падении на землю образуют небольшие кратеры.■

тавляя поры, в результате чего порода становится ноздреватой. Иногда газов настолько много, что образующаяся горная порода (пемза) становится легче воды.■

Осадочные горные породы – это разрушенные при выветривании и перемещенные водой или ветром обломки пород разного размера и формы. Осадочные породы покрывают 75% поверхности Земли. Их объединяют в четыре группы: обломочные, вулканогенно-обломочные (чаще их называют вулканогенно-осадочными или пирокластическими), глинистые и биохимические.

Обломочные породы состоят из обломков минералов, горных пород, остатков органических тел (например, из известковых скелетов животных, стволов и веток деревьев и др.). Обломки бывают крупными (более 10 мм) и мелкими (от 1 до 0,01 мм), имеют различную форму, иногда слабоокругленную, а иногда шарообразную. В группу обломочных пород входят пески, алевриты, галечники и продукты их разрушения. Иногда обломки прочно скреплены глинистым веществом – природным цементом, который различается по своему составу и может быть кремнистым, карбонатным, железистым, глинистым. Плотность обломочных пород низкая — от 1,2 до 2,0 г/см^3.■

Вулканическая бомба вулкана Везувий.



Осадочное происхождение имеют многие минералы – кальцит, доломит, гипс, галит, сильвин, ангидрит, лимонит и др. Их относят к минералам – индикаторам осадочных пород. Они могут возникать в самых разных физико-географических условиях. Например, железистые породы образуются на дне морей и озер, а также в болотах.

Особенно разнообразны известняки. Они накапливаются на дне морей или озер, встречаются в долинах рек и вблизи источников, где в воде много извести. Это широко распространенные известковые туфы — травертины.

Пирокластические породы находят вблизи действующих или давно потухших вулканов. Эти породы тесно связаны с вулканическими процессами, и поэтому их можно встретить как на суше, так и под водой, вблизи подводных вулканов. Они представляют собой смесь вулканических пеплов, песков, шлаков, пемзы и даже вулканических бомб.

Глинистые породы разнообразны. Встречается более 50 разновидностей глин, которые отличаются по своим минеральному, химическому и органическому составам. Их объединяет преобладание частиц, размеры которых колеблются от 0,01 до 0,001 мм. Существуют две разновидности таких пород — глины и аргиллиты.

Железистый песчаник из Германии.



Биохимические породы образуются на дне озер, морей и океанов. К ним, например, относятся известняки-ракушечники, коралловые рифовые известняки, планктонные и фораминиферовые илы, озерный мел, диатомиты (диатомовые илы), сапропели (водорослевые илы) и другие, на суше — торф.■



Песчано-глинистая порода.

Метаморфические горные породы образовались в результате изменения (метаморфизма) толщ осадочных или магматических пород. При сильном и длительном их сжатии, а также под воздействием высоких температур и газов в породах происходит изменение состава минералов, появляются новые минералы: эпидот, хлорит, тальк, серицит, графит и др. Самая известная из таких пород — мрамор, образующийся при метаморфизме известняков. Чистый, белоснежный мрамор может просвечивать в слое толщиной до 30 см, что придает мрамору характерное для него мерцание. Под воздействием сжатия и высоких температур вулканические и осадочные породы превращаются в гнейсы, а каменные угли — в графиты.



Гнейсы — одна из самых древних на Земле метаморфических пород.

Гнейсы — метаморфическая горная порода. Насчитывают около 40 разновидностей гнейсов. Их чаще всего можно встретить в Финляндии, Карелии, Восточной Сибири, в Канаде. Для гнейсов характерны серый или зеленовато-серый цвет, тонкая полосчатость из темных, почти черных и светлых прослоек, включения сплюснутых минералов и обломков пород. В гнейсах видны следы микроскладок и изгибов слоев.

Гнейсы образуются при температурах от 400 до 900° С и давлении в 3 — 9 тыс. атмосфер. Такие условия существуют только в глубоких недрах Земли.

Образование гнейсов протекает в несколько этапов. Сначала осадочные породы (илы, пески) превращаются в глины и песчаники, а иногда в глинистые сланцы. Обычно это происходит в верхних горизонтах земной коры, где еще невелики температура и давление. Затем по мере погружения в глубину и с возрастанием температуры и давления сланцы и песчаники резко уплотняются, теряя при этом воду; минералы «расплющиваются». Смена геологических условий приводит к появлению характерных листовидных и чешуйчатых «метаморфических» минералов: хлорита, талька, силиманита, ставролита и др. Высокие температуры и горячие магматические расплавы способствуют частичному расплавлению уже измененных пород. На последнем этапе гнейсы приобретают пластичные свойства и способны сминаться в складки, образуя иногда даже характерные гранито-гнейсовые купола. Эти преобразования происходят очень медленно и постепенно. Возраст гнейсов в большинстве районов Земли составляет 2 — 2,4 млрд. лет. Чем древнее такие породы, тем больше фаз метаморфизма они испытали.■

Примеси изменяют первоначальный рисунок мрамора, придавая ему полосатый, муаровый, пятнистый узоры. Мрамор редко бывает однотонным.■

Немецкий красный мрамор.



Некоторые конгломераты настолько декоративны по своему рисунку, что их структуру воспроизводят в искусственных облицовочных материалах.



Минералы-самоцветы

Среди минералов особое место занимают минералы-самоцветы. К ним относятся аметист, аквамарин, алмаз, рубин, сапфир, гранат, топаз, бирюза, изумруд, амазонит, чароит, шпинель и др.

У драгоценного камня – три главных качества: красота, долговечность, редкость. История многих самоцветов поистине фантастична. Алмаз, рубин, изумруд стали почти легендарными, а наиболее крупные из них получили даже персональные собственные названия (алмаз «Шах», «Жемчужина Аллаха» и др.). Люди создали особый календарь камней-самоцветов, куда кроме минералов входят и некоторые горные породы.■

КАЛЕНДАРЬ КАМНЕЙ-САМОЦВЕТОВ

Месяц	Название драгоценного камня	Цвет камня
Январь	Гранат, родонит	Темно-красный
Февраль	Аметист, чароит	Фиолетовый
Март	Аквамарин, амазонит	Голубой, зеленовато-голубой
Апрель	Алмаз, горный хрусталь	Бесцветный
Май	Изумруд, малахит	Ярко-зеленый
Июнь	Александрит, жемчуг, агат	Кремовый, зеленый, красный
Июль	Рубин, шпинель, сердолик	Красный
Август	Хризолит, гроссуляр, нефрит	Бледно-зеленый
Сентябрь	Сапфир, лазурит	Густо-синий
Октябрь	Опал, яшма	Пестрый
Ноябрь	Топаз, цитрин, янтарь	Желтый
Декабрь	Бирюза, циркон, голубой топаз	Лазурный

Гранат — камень января. Он стоит первым в календаре камней-самоцветов. Наверное, ярко-красный или розовый цвет гранатов отождествлялся зимой с пламенем костра или раскаленными угольками на снегу. Гранат — это «фамилия» большого семейства минералов, а имена их весьма многочисленны — альмандин, гроссуляр, пироп, демантоид, карбункул и т. д. (в пер. с древнегреч. и лат. «гранат» означает «уголь»). Гранаты широко распространены в природе. Их находили на пашне в Богемии (XVII — XIX вв.), на Анатолийском плоскогорье, в Карелии, Австралии, Африке, Индии. В Чехии был даже создан Музей богемских гранатов. Окраска гранатов зависит от наличия в их составе железа (красный цвет), хрома (зеленый), марганца (розовый) и др. Красный цвет гранатам придает присутствие двух-трехвалентного железа, зеленый цвет дает примесь хрома, розовый — марганца и т. д. Флюорит своим ярко-зеленым свечением обязан тому, что он образовался из высокотемпературных гранитов; красно-зеленое свечение свидетельствует о присутствии солей урана и т. п. Правда, иногда при нагревании минералы могут изменять свой цвет.





Яшма — метаморфическая порода из кварца и халцедона.

Одни каменья радуют взгляд,
Другие — сердце веселят,
Третьи — с давних
времен и поныне
Успешно служат медицине.

В. Эшенбах. Парцифаль.■

Друза красных гранатов и кристаллы граната из Австрии.



Прозрачность — свойство некоторых минералов, точнее, их кристаллов. Иногда минерал вообще не пропускает свет, и тогда говорят, что минерал непрозрачен. Минералы, содержащие железо, обладают разной магнитной восприимчивостью. Самый типичный среди них – магнетит. Минералоги при анализе даже выделяют особую магнитную фракцию минералов.
Образуются гранаты на большой глубине, часто в мантии Земли. Пиропы (разновидность граната) указывают путь к залежам алмазов и являются их спутниками. Гранаты имеют твердость 6,0 – 7,5; плотность – до 4,3 г/см^3. Гранаты используют при изготовлении лазерных приборов, генераторов высокочастотных колебаний и, конечно, ювелирных украшений.■

Аметисты были известны еще до новой эры. На греческом языке это название означало «не пьяный», т. е. противодействующий опьянению. «...Аметист есть камень цветом вишнёвъ, а родится в Индии; сила того камня есть: пьянство отгоняти, мысли лихие отдаетъ, добрый разум делаетъ и во всяких делахъ помочь даетъ» – так характеризуют камень на Руси в 1672 г.



Друза аметиста из Южной Америки.

Благодаря своей красоте и приписываемым ему свойствам аметист пользовался большим успехом при исполнении церковных обрядов. При посвящении в сан папа римский надевал епископу перстень с аметистом. В католических странах аметист считали епископским, а в православной Руси — архиерейским камнем.
Твердость аметиста по шкале Мооса составляет 7; плотность — 2,6 — 2,75 г/см^3. Любопытно, что нагревание кристаллов аметистов до 673° Кельвина приводило к полному исчезновению его фиолетовой окраски. Минерал становился при этом обыкновенным кварцем. Исследования показали, что минерал кристаллизуется при температуре 400 — 500° Кельвина и давлении от 5 МПа до 10 ГПа. Окраска связана с содержанием солей трехвалентного железа.
Самые большие месторождения аметистов находятся в Бразилии, Уругвае, на Мадагаскаре, а в России — на Урале.■

Аквамарин — это берилл голубого цвета, напоминающий цвет морской воды (от лат. aqua marina – морская вода). Цвет аквамарина обусловлен небольшими примесями железа. С аквамарином связано множество поверий — сохранение любви в долгой разлуке, военные победы на море и др. Кристаллы аквамарина могут достигать 50 — 80 см и весить 100 — 110 кг. Крупные кристаллы имеют разную окраску — от желтовато-зеленой до ярко-голубой. Наиболее часто аквамарины встречаются в пегматитах и грейзенах (породы кислого состава).■

Алмаз – король самоцветов; он самый твердый (по шкале Мооса – 10) и с самым сильным блеском. В минералогии есть понятие «алмазный блеск». Кристалл алмаза, искусственно ограненный ювелиром, получает название бриллианта. История алмазов началась, по-видимому, с V в. до н. э. Именно тогда бы-

Крупные и правильные кристаллы минералов красивой формы встречаются в горных породах, где они нарастают на внутренних стенках округлых замкнутых полостей.
Замкнутые полости в горных породах, не полностью заполненные минеральным веществом, называют жеодами, а наросшие на их стенках группы кристаллов – друзами.■



Аквамарин из Бразилии.

Аквамарин очень ценился в средние века. Первые линзы для очков были изготовлены из него еще в 1300 г.■

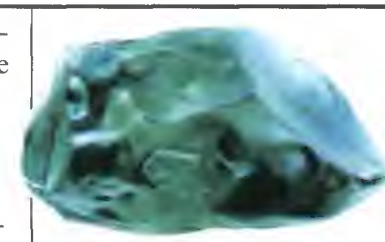
Аквамарин из Пакистана.



ла создана бронзовая греческая статуэтка, у которой в глазницах находились алмазы. В XV в. стали делать огранку алмазов, и в ювелирном деле появились первые бриллианты. Алмаз очень широко используется в ювелирных украшениях. Его вставляли в царские короны, табакерки и ордена, нашивали на костюмы и шляпы.

Шляпу графа Потемкина носил за хозяином его слуга, поскольку вес ее из-за обилия алмазов и других камней превышал 15 кг. Мелкие и непрозрачные (технические) алмазы нашли свое применение в буровых коронках при бурении скважин. Кристаллы этого типа устанавливают в алмазные пилы и резцы, превращают в алмазный порошок, которым полируют твердые поверхности камней и металлов.

Основным поставщиком алмазов служат **«трубки взрыва»**, заполненные глубинными породами — **кимберлитами**. При их возникновении породу пронизывали горячие газы, менялись давление и температура. Все это свидетельствует о том, что алмазы также принадлежат к минералам глубинных недр Земли. В России алмазы добывают в Якутии и на Урале.■



Алмаз «Куллинан» весом 3106 карат, найденный в Южной Африке.

Знаменитый «Куллинан» – самый крупный из алмазов когда-либо найденных человеком. Теперь его можно увидеть только на фотографиях и иллюстрациях. Владельцы камня раскололи этот неповторимый алмаз на десятки частей и огранили. Самый боьшой из бриллиантов встроен в королевский жезл и хранится в английской сокровищнице.■

Изумруд — драгоценный зеленый берилл, цвет которого зависит от количества примесей хрома и ванадия. Изумруды рождаются там, где магма, содержащая бериллий, прорывает породы основного состава, богатые хромом. Кристаллы изумруда имеют шестигранную форму. Иногда они достигают гигантских размеров. Так, в 1964 г. на Мадагаскаре был найден кристалл длиной 18 м и периметром 3 м, т. е. его размер равен размеру колонны фасада Большого театра в Москве. В России самые большие месторождения изумрудов обнаружены на Урале. Впервые они были открыты в 1831 г.

В Древнем Египте верили, что изумруд охраняет домашний очаг, способствует благополучию семьи. В Европе считалось, что изумруд придает своему владельцу чувство собственного достоинства, делает его великодушным, тактичным и проницательным, умеющем предвидеть события.

Изумруды и сапфиры нередко украшали золотую королевскую посуду, поскольку считалось, что они помогают обнаружить подсыпанный в пищу яд. Описывая обстоятельства смерти короля Джона, английский историк упоминает о возникших у короля подозрениях, будто поданные ему груши были отравлены, «поскольку его драгоценные камни тут же покрылись влагой».■

Чудесные свойства камней описаны в лапидариях. Большинство лапидариев основано на классическом труде «Книга камней», написанной около 1068 г. епископом французского города Рени Марбодом. Он утверждал, что Господь наделил драгоценные камни даже большей силой, чем травы. Описывая свойства 60 камней, автор отмечал, что, например, критский агат нейтрализует яды, индийский агат укрепляет зрение, халцедон приносит победу.■

Жемчуг — камень июня. Это округлое зернышко состоит из ядра (обычно песчинки), вокруг которого наросли концентрические слои из арагонита и перламутра. Это чаще всего происходит в воде, которая сохраняет более или менее постоянную температуру и медленно омывает песчинку, попавшую в раковину моллюска. Такие раковины называют жемчужницами. Моллюски-жемчужницы приспосабливаются к разным условиям. В Карелии они встречаются в порожистых реках, в Персидском заливе и Красном море — на мелководье, однако во всех случаях для роста жемчуга необходима очень чистая вода.



Изумруд из Колумбии.

Изумруд из Австрии.





Жемчуг.

Жемчуг – национальный символ Японии, Саудовской Аравии. В гербе старинного города Кемь (на севере Карелии), известного с XV в., изображен венок из жемчуга. Это прямое свидетельство того, что на реках, «вытекающих из Лапландских» гор, было много раковин, содержащих жемчуг.

Широко известен белый или кремовый жемчуг, но иногда он приобретает черную окраску. Отличительная черта жемчуга – удивительные переливы света на его поверхности, что делает этот камень сказочно прекрасным. Самой крупной из ювелирных жемчужин в мире считается «Перегрина» («Странница») размером с голубиное яйцо, вес ее чуть больше 13 г. Она была найдена еще в XVI в. у берегов Центральной Америки, прошла через королевские семьи Англии, Австрии, Испании, Франции; сейчас находится в одной из частных коллекций в Швеции. Гораздо более крупная, но менее красивая — «Жемчужина Аллаха». Она достигает размеров 23×14 см и весит более 6 кг. Ее извлекли из огромной раковины — тридакны — у берегов Индии в 1934 г.■



Разноцветные агаты. В Древней Греции и Древнем Риме агат уже умели окрашивать. Из него делали декоративные предметы, вырезали камеи.

Рубин — июльский камень, один из наиболее ценимых драгоценных камней-самоцветов. Рубин относится к семейству очень твердых корундов. Прозрачные корунды красного цвета назвали рубинами, синего — сапфирами. В старину на Руси их именовали яхонтами.

Корунд состоит из элементов алюминия и кислорода. Твердость минерала по шкале Мооса достигает 9. Благодаря его высокой твердости, окраске, похожей на огонь, и прозрачности рубину приписывали уникальные свойства. Он не только служил дорогим украшением, но и защищал от проказы, лихорадки, меланхолии, чумы и эпилепсии. Рубин иногда использовали для изготовления печатей, которые укрепляли на перстнях или брелоках. Самый крупный рубин (из Таиланда) весит около 80 г.

Рубины образуются в магматических породах, измененных метаморфическими процессами. Крупные россыпи рубинов находятся в реках острова Шри-Ланка. Небольшие месторождения обнаружены в Афганистане, Австралии, Бразилии, Камбодже, на Мадагаскаре. В России они известны на Полярном Урале.■

Кристаллы рубина из Индии.



Хризолит — камень с золотисто-зеленой окраской, которая как бы напоминает о приближающейся осени. Цвет его обусловлен содержанием железа и никеля. К концу лета минералы красных тонов в календаре камней-самоцветов исчезают. Уже для августа характерен бледно-зеленый цвет минералов. Хризолит похож на многие самоцветы, из-за чего его часто путали с другими минералами, в частности с зелеными гранатами-демантоидами. Демантоиды даже называли русским хризолитом. Хризолит — ювелирный камень. В Алмазном фонде России хранится самый крупный кристалл хризолита. Хризолит хрупок. Твердость его составляет 6 — 7; плотность — около 4 г/см^3. Хризолиты встречаются в ультраосновных магматических породах и так же, как и алмазы, содержатся в кимберлитах, реже в дунитах и перидотитах.■

Кристалл оливина. Был известен еще в Древней Греции. Хризолит – разновидность оливина.



Окатанные сапфиры.



Типичная форма кристалла сапфира.



Огненный опал из Германии.



Сапфир – один из разновидностей корунда. Цвет его – удивительно синий. Сапфиры ценятся очень высоко и по своей стоимости соизмеримы с алмазом, изумрудом и рубином. Так же как и многие самоцветы, сапфир был обнаружен в Индии, Шри-Ланке, Бирме. Интересное описание минерала дал А. И. Куприн: «Сапфиры походят цветом на васильки в пшенице, другие — на осеннее небо, иные — на море в ясную погоду. Это камень девственности — холодный и чистый. Во время далеких и тяжелых путешествий его кладут в рот для утоления жажды. Он также излечивает проказу и всякие злые наросты. Он дает ясность мыслям». Сапфирами украшали короны королей и царские одежды. В сапфирах встречаются мельчайшие включения других минералов, которые создают особый «звездчатый» блеск.■



Опал — камень октября. Его оранжево-золотистые, зеленовато-белые и слабо-голубоватые матовые тона вобрали все краски октябрьской осени. Переливы цвета, возникающие при повороте минерала, ничуть не хуже, чем у жемчуга. Опал — затвердевший коллоид кремнезема, состоящий из халцедона, кристобалита, воды. Попав на опал, луч света распадается на множество мелких лучиков, что и создает эффект переливов света. Опал — «мягкий» камень: его твердость по шкале Мооса – около 6. Поверхность минерала легко царапается. Минерал хрупок.

По мнению древних римлян, опал охранял воина в бою. Опалу приписывались волшебные свойства.

«В опале — невероятная смесь цветов и игры света, он успокаивает нервы, помогает при болезни сердца, действует против меланхолии, грусти, обмороков... возвращает остроту зрения и блеск глазам», — писал лейб-медик императора Священной Римской империи Рудольфа II (1552 – 1612). Опал был любимым камнем английской королевы Виктории (1819 – 1901).

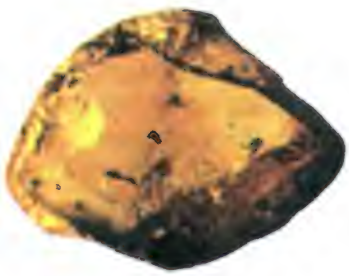
Опалы встречаются в Австралии, Бразилии, США, Венгрии, Чехии. Месторождения этого драгоценного камня часто связаны с гидротермальными вулканическими породами, но в Австралии его добывают из коры выветривания — из сильно разрушенных временем горных пород.■

Топаз — талисман ноября, имеет желто-зеленоватый цвет. Он очень похож на другие минералы с такой же окраской, из-за чего топазом нередко называли цитрин, лабрадор, дымчатый кварц, корунд. Цвет топазов самый разнообразный — желтый, розовый, голубой, фиолетово-красный. Топаз относят к силикатам, состав которых осложнен примесями титана, магния, кальция, хрома, железа.

По своей природе топаз связан с гранитами, содержащими много кремниевой кислоты, алюминия и фтора; более всего — с полостями в пегматитовых телах. По своему внешнему виду кристаллы напоми-



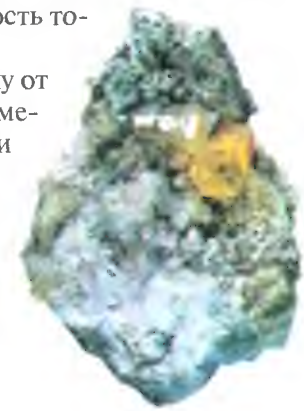
Янтарь — затвердевшая смола древних хвойных деревьев. Лучше всего остатки древних насекомых сохранились в янтаре. Их тела не разложились, а потому мы можем видеть их строение. Это насекомое жило 24 — 25 млн. лет назад.



Небольшие обломки янтаря перерабатываются путем прессовки в сплошные массы. Наиболее значительные места распространения: побережье Балтийского моря, Румыния, Сицилия, Бирма. Янтарь — самый легкий в обработке прозрачный камень. Из янтаря можно обычными железными резцами вырезать линзу. Некоторые ученые считают, что первые в мире очки были сделаны из янтаря.

нают бочонки или срезанные пирамиды. Твердость топаза — около 8, плотность — 3,55 г/см³.

Во второй половине XVII в. на Урале, неподалеку от деревни Мурзинка, были найдены уникальные месторождения самоцветов, среди которых был и топаз. Они образовали 80-километровую полосу, названную Мурзинско-Адуйской зоной самоцветов. Из ювелирного топаза изготовляют украшения, но встречаются огромные кристаллы, имеющие только музейную ценность, поскольку их величина достигает в периметре десятков сантиметров, а вес — 110 — 117 кг.■

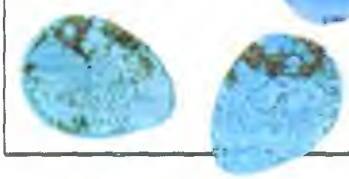


Топаз с кварцем из Германии.

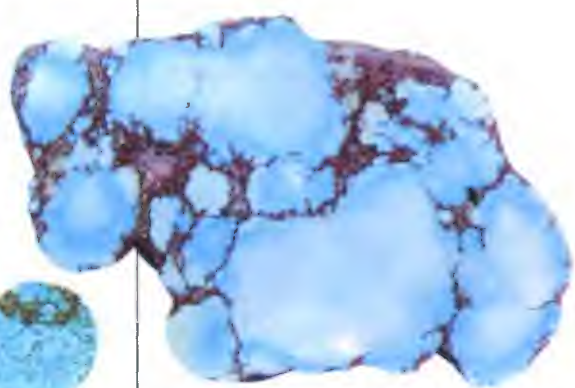
Бирюзу называют «любимый камень Востока», «священный камень Тибета», «камень египетских фараонов». Бирюзовые бусы носили для защиты от грозы, укусов змей, болезней. Этот минерал помогал искать воду в пустынях. Считалось, что, когда болеет хозяин, бирюза бледнеет и «скорбит о нем, как верный пес».

Для этого минерала характерны ярко-голубой, голубовато-зеленый (лазурный), зеленый цвета. Обычно бирюза напоминает плотную стекловатую массу и почти не встречается в виде хорошо ограненных кристаллов. По своему составу бирюза — водный фосфат меди и алюминия. Содержание оксида меди довольно высоко — до 9%. В ней также много железа. Наиболее часто бирюзу находят в областях распространения метаморфических пород, а также в раздробленных тектонических зонах, насыщенных жилами кварца. Месторождения этого драгоценного камня известны в Северной Америке, Китае, Иране, Австралии, Монголии, Болгарии и многих других странах. В России месторождения бирюзы встречаются на Кавказе и Полярном Урале.■

Камнями-самоцветами занимается особая ветвь геологической науки и искусства — **геммология**. Искусство миниатюрной резьбы по камню называется **глиптикой**, а резные картины по камню – **геммами**. Выпуклая гемма, рельефная, как скульптура, – это камеи, а выемчатое изображение, как бы оттиск камеи, ее отпечаток – это инбальо, или инталья. Геммологи не только изучают драгоценные камни и минералы, но и разрабатывают методы по облагораживанию их окраски и формы огранки, методы искусственного выращивания кристаллов.■



Бирюза из Турции.



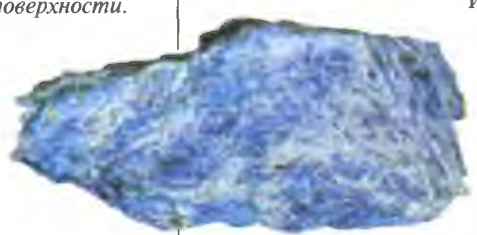
Бирюза из Казахстана. Наиболее интересное в историческом плане месторождение бирюзы расположено в Иране, около Нишапура. Оно разрабатывается уже 4 тыс. лет.

Эклогит и гнейс образуются под самым высоким давлением и при самой большой температуре. Гнейс является, скорее всего, основным компонентом нижней части земной коры под материками. Обычно минералы в его составе выстраиваются в форме ленты. Типы гнейса, как и типы аспидного сланца, различаются по тому, из каких минералов они состоят, а также, из каких пород они образуются.■

Глубоко под нами

Представления о том, что недра нашей планеты состоят из нескольких оболочек, вложенных друг в друга (ядро, мантия, земная кора), основаны прежде всего на достижениях сейсмологии, которая установила, что скорости сейсмических волн распределяются в глубинах Земли неравномерно, в зависимости от плотности, состава и температуры пород. Например, на глубине 2900 км скорость прохождения сейсмических волн изменяется от 8,1 до 13,6 км/с; на глубине 30 — 60 км — от 6,7 до 8,1 км/с. Эти особенности прохождения волн объясняют тем, что под земной корой находится вещество верхней, средней и нижней мантии, а еще ниже – внешнего и внутреннего ядра Земли.

Лабрадор – поделочный камень белого или серого цвета с синеватым отливом. Под действием интерференции света переливается всеми цветами радуги, особенно на отполированной поверхности.



В 1994 г. американский сейсмолог А. Дзевонски составил серию карт глубинного строения Земли на разных уровнях недр, а российские ученые уточнили и частично изменили прежнюю модель оболочек в глубинном строении Земли. Итак, последовательно сверху вниз идет земная кора (0 — 45 км), затем верхняя мантия (45 — 670 км); первая «зона раздела» (670 — 840 км); средняя мантия (840 — 1700 км); вторая «зона раздела» (1700 — 2200 км); нижняя мантия (2200 — 2900 км); внешнее ядро (2900 — 5146 км); внутреннее ядро (5146 — 6371 км).

Внутреннее ядро планеты (на глубине 5146 — 6371 км) имеет радиус 1225 км, обладает чрезвычайно высокой плотностью (до 12,5 г/см^3), а потому, вероятно, находится в «твердом» состоянии. Предполагается, что оно имеет железисто-никелевый состав вещества, находящегося под давлением 2,5 — 3,0 тыс. Кбар.



Кристаллы амазонита.

Оболочка внешнего ядра Земли имеет толщину около 2250 км и характеризуется плотностью вещества 10 г/см^3. Возможно, что вещество находится в «жидком» состоянии и существует при температуре около 4300° С и давлении около 1300 Кбар.

Оболочка нижней мантии (2200 — 2900 км) предположительно имеет плотность вещества около 5,9 г/см^3, температуру около 2800 – 4000° С и давление 350 – 1000 Кбар.

Средняя мантия (840 — 1700 км) и **верхняя мантия** (45 — 670 км) отличаются более «низкими» температурами (1000 – 2800° С) и давлением (20 – 300 Кбар). В состав вещества верхней мантии входят кремний, алюминий, железо, магний, кальций, кислород, но и здесь строение недр неоднородно. Минералы образуют группы пиролитовой, пиклогитовой и эклогитовой магм. Эклогит — крупно- или среднезернистая



(Справа). Амфиболит — глубинная порода. Образуется из базальтов, габбро, перидотитов или мергелистых глин, бедных известью. Применяется как строительный материал.

кристаллическая порода, состоящая в основном из граната и пироксена; в ней встречаются также полевые шпаты, плагиоклаз, амфиболиты, кианит и другие породы серо-зеленого или коричнево-зеленого цвета, на фоне которого выделяются оранжевые и красные гранаты (пиропы). Кристаллы гранатов достигают при этом 1 см, но чаще они имеют размер 2 — 5 мм.

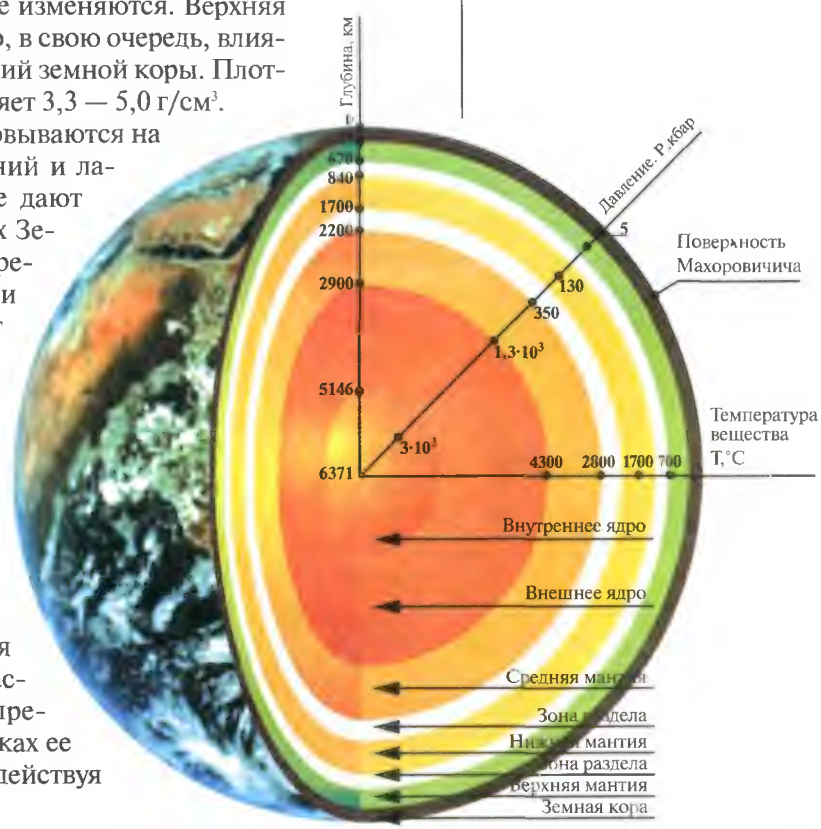
По своему составу эклогит ближе всего к основным породам (габбро), но отличается от них значительной плотностью — от 3,3 до 4,3 г/см^3. Обломки нередко имеют округлые очертания, размеры их достигают 15 см в поперечнике. Предполагают, что они округлились в процессе трения во время движения по «трубке взрыва», хотя сами эклогиты образованы задолго до этого в глубоких недрах Земли. Такие свойства более характерны для вещества верхней мантии, чем для пород земной коры. Эксперименты показали, что минералы эклогитов возникают при температуре от 700 до 1500° С и давлении 13 — 15 Кбар. Это соответствует глубинам от 70 до 100 км. У людей пока нет технических возможностей, чтобы бурить скважины на такую глубину, и поэтому изучение пород, заполняющих жерла «трубок взрыва», представляет большой интерес.■



Кристаллы кианита из Индии. Впервые кианит описан в 1789 г., но в качестве ювелирного материала стал использоваться сравнительно недавно.

Эклогитовая часть вещества верхней мантии может залегать в виде и линз, и отдельных блоков. Присутствие соединений силикатов, магния и кислорода позволило предположить, что здесь же в «связанном» виде находится вода. Правда, содержание ее невелико — около 0,1% (по весу), но если учесть значительную толщину этой оболочки, то общий объем «связанной» воды представится внушительным. Медленные вихревые движения вещества в нижней мантии способствуют появлению разогретых потоков в средней и даже в верхней мантии. Температура и плотность вещества в них также изменяются. Верхняя мантия становится неоднородной. Это, в свою очередь, влияет на состояние и особенности движений земной коры. Плотность пород в верхней мантии составляет 3,3 — 5,0 г/см^3. Представления о составе мантии основываются на результатах сейсмических исследований и лабораторных экспериментов, которые дают основание предполагать, что в недрах Земли образуются минералы и даже определенные минеральные ассоциации (от концентрации минералов зависит скорость прохождения сейсмических волн).■

Схема внутреннего строения планеты Земля.



Оболочки вещества, заключенные друг в друга, делают планету похожей на своеобразное яйцо с полужидким желтком в центре и жидким белком, в котором плавает желток, а жесткая кожура – это земная кора. Такое сравнение как нельзя лучше отражает законы физики, согласно которым вращение планеты непременно должно сказываться на оболочках ее недр, замедляя динамику одних и воздействуя на другие.■

Геологические разрезы на подводных хребтах помогли разгадать немало загадок. Одна из них – обнаруженная в Норвежском море на глубине около 1300 м вулканическая лава миоценового возраста, изливавшаяся на суше, а не на дне океана. Это означало, что дно нынешнего океана в этом месте 20 млн. лет назад было сушей и за это время погрузилось под воды океана более чем на 1 км. На континентальном склоне Бискайского залива на глубинах от 2340 до 4400 м при бурении скважин были найдены черные глины с остатками наземных растений, произраставших на суше 185 — 132 млн. лет назад. Кроме того, в геологических разрезах восточной части дна Атлантического океана внутри толщи раннемеловых и позднемеловых осадков выявлен перерыв в накоплении морских осадков продолжительностью более 50 млн. лет. Все это свидетельствует о существовании здесь суши, которая затем погрузилась в пучины океана.■

Природное обнажение горных пород.



ЗЕМНАЯ КОРА — КАМЕННАЯ ОБОЛОЧКА ПЛАНЕТЫ

Самая верхняя и твердая геологическая оболочка Земли — земная кора. Она исследована учеными достаточно хорошо, чему немало способствовало бурение скважин на континентах и на дне океанов. Строение, состав и толщина земной коры в разных районах Земли различны.

Верхней границей земной коры служит поверхность видимого рельефа, нижней — планетарная поверхность раздела двух сред, именуемая «поверхностью Мохоровичича». Ее также называют «поверхностью Мохо» или «границей М». **А. Мохоровичич** (1857 – 1936) — хорватский сейсмолог, наблюдая возрастание скоростей сейсмических волн в зависимости от глубины, впервые установил в 1909 г. наличие границы раздела между земной корой и мантией Земли. Граница М проходит там, где скорость сейсмических волн возрастает с 6,9 — 7,4 до 8,0 — 8,2 км/с. Это дает основание предполагать, что плотность горных пород увеличивается вблизи границы М с 2,8 — 2,9 до 3,2 — 3,3 г/см^3.

В земной коре материков три слоя: **осадочный** (самый верхний), в котором преобладают осадочные горные породы, а скорости сейсмических волн составляют 3 — 5 км/с; **гранито-гнейсовый** (интрузивный и метаморфический, ранее называвшийся гранитным), в котором чаще всего встречаются магматические и метаморфические породы, а скорости сейсмических волн колеблются от 5 до 6,5 км/с, и **гранулито-базитовый** слой (ранее называвшийся базальтовым), основные породы которого содержат не больше 50 — 55% кремнезема, но зато насыщены железом, алюминием, магнием, калием. Скорости сейсмических волн в этом слое достигают 7,2 км/с. Более полную информацию о земной коре геологи получают при геологической съемке местности (как на суше, так и на дне океанов) и при бурении скважин.■

Научные результаты глубокого бурения недр превзошли все ожидания и в ряде случаев оказались неожиданными. Так, геофизические границы в земной коре до глубины 12 200 м были установлены в зависимости от изменений в плотности горных пород. Сверху вниз по скважине плотность последовательно меняла свои значения от 2,88 — 3,01 г/см^3 на глубине от 100 до 6000 м до 2,78 — 2,89 г/см^3 на глубине 6000 — 9000 м. Однако на глубине 10 000 — 12 000 м плотность не увеличивалась, как следовало из предварительных расчетов, а оставалась такой же и даже уменьшалась до 2,69 — 2,93 г/см^3. Выяснилось, что границы, предположительно установленные геофизиками, на самом деле представляют собой зоны растрескивания и дробления горных пород. Обнаружилось также несоответствие расчетных и реальных температур в этой части земной коры. Ученые предполагали, что на глубине 7000 м температура равна +50° С, а на

Исследования глубинного строения шельфов, материковых окраин, дна морей и океанов поколебали представления ученых о том, что существуют только два типа земной коры – континентальный и океанический. Иногда в толще океанической коры появлялся гранито-гнейсовый слой, а в континентальной коре он сокращался до первых километров. Это дало основание предположить, что существует и субокеаническая и субконтинентальная кора.



Строение земной коры на границе материков и океанов.

Для субокеанической коры характерны огромная мощность осадочного чехла, местами превышающего 20 — 22 км, отсутствие гранито-гнейсового слоя, малая мощность (6 — 7 км) гранулито-базитового слоя. В субконтинентальной коре осадочный слой составляет 3 — 5 км, гранито-гнейсовый слой – около 5 — 8 км, гранулито-базитовый слой – до 20 км. Таким строением обладают подводные плато и цепочки островов, вытянутые вдоль континентов и вблизи Курильских, Алеутских, Японских островов.

Под поверхностью дна океанов пока не обнаружен гранито-гнейсовый слой, но это не может служить доказательством того, что здесь отсутствуют метаморфические породы. Так, например, в базальтовых лавах на островах Вознесения и Тристан-да-Кунья, т. е. на оси подводного Срединно-Атлантического хребта обнаружены обломки гранитов и гнейсов, привнесенных из глубоких недр Земли.■

глубине 10 000 м равна +100° С. На самом же деле температура на глубине 10 000 м составила 180° С. По всему геологическому разрезу скважины были обнаружены газы и приток минерализованных вод, циркулирующих по трещинам. Такие результаты глубокого бурения недр заставляют пересмотреть некоторые гипотезы построения геофизической модели земной коры.■



Скалистые громады Йосемите.

Сверхглубокое бурение на континентах проводится в первую очередь для того, чтобы проверить предположения ученых о строении и условиях залегания горных пород. Геологическое строение дна океанов, скрытое от глаз наблюдателя многокилометровой толщей воды, известно человечеству не лучше, чем внутреннее строение Луны. Кроме того, для подводного бурения нужны не буровые станки, используемые геологами на суше, а совершенно другие механизмы. Работы на дне Тихого океана к югу от Мексиканского побережья с использованием подводных аппаратов позволили установить разнообразные лавовые потоки возрастом от 500 до 5000 лет. В базальтовых лавах при этом были обнаружены многочисленные трещины и пустоты, а также горячие источники воды.

Подводное бурение глубоких скважин показало заметные различия в строении земной коры на континентах и на дне океанов. Самыми древними в их глубинах оказались вулканогенно-осадочные породы юрского и триасового (у берегов Индонезии) возраста. Местами осадкообразование на дне океанов шло с длительными перерывами. Во многих случаях на дне океанов обнаружены лавовые потоки и базальтовые покровы.

Полученные данные, дополненные знаниями о геохимии пород, позволили сделать вывод о существовании двух основных типов земной коры – **континентального** и **океанического**.

Толщина континентального типа земной коры изменяется от 20 до 70 км. Там, где кристаллический фундамент глубоко скрыт под осадочным чехлом, например, в центре Русской равнины или в Западной Сибири, толщина осадочного слоя составляет 4 — 5 км, гранито-гнейсового слоя и гранулито-базитового слоя — 15 — 20 км. В горных областях (на Кавказе, в Карпатах, на Памире и др.) толщина всех слоев соответственно увеличивается, т. е. составляет 20, 30, 35 км.■



Структура земной коры

Геологические реконструкции прошлых периодов в истории Земли свидетельствуют о том, что на нашей планете уже много сотен миллионов лет назад сформировались как жесткие и малоподвижные глыбы — платформы и щиты, так и подвижные горные пояса, которые часто называют геосинклинальными. К ним относятся и огромные вулканические пояса, обрамляющие моря и целые океаны. В XX в. эти научные представления были дополнены новыми данными, среди которых в первую очередь следует назвать открытие срединно-океанических хребтов, глубоководных желобов и океанических котловин.

Наиболее устойчивыми участками земной коры являются платформы. Площадь их составляет многие тысячи и даже миллионы квадратных километров. Когда-то они были подвижными, но со временем превратились в жесткие массивы. Платформы, как правило, состоят из двух этажей. Нижний этаж построен из древних кристаллических пород, верхний — из более молодых. Породы нижнего этажа называют фундаментом платформы. Выступы такого фундамента можно наблюдать в Карелии, на Украине, в Восточной Сибири и Канаде. Благодаря своей массивности и жесткости эти выступы получили название — **щиты**. Это самые древние участки земной коры: возраст многих достигает 3 — 4 млрд. лет. За это время в породах произошли необратимые изменения состава, перекристаллизация, уплотнения и другие метаморфозы.

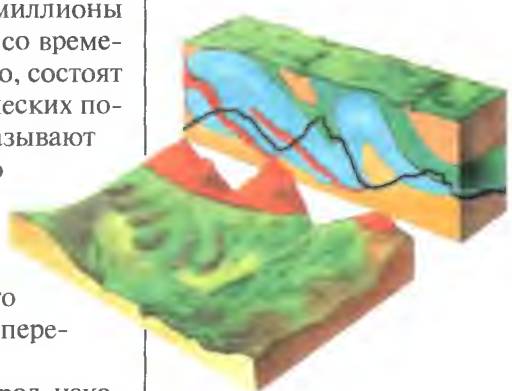
Верхний этаж платформ образуют огромные толщи осадочных пород, накопившихся в течение сотен миллионов лет. В этих толщах наблюдаются пологие складки, разрывы, валы и купола. Следами особенно крупных поднятий и опусканий являются **антеклизы** и **синеклизы**. Антеклиза по своей форме напоминает гигантский холм площадью 60 — 100 тыс. км^2. Высота такого холма небольшая — около 300 — 500 м.



Перемещения тектонических пластин наблюдаются до настоящего времени. Продолжается пододвигание кристаллического фундамента платформы под складчатое сооружение Главного Кавказского хребта, с чем, в частности, связывают сильное землетрясение в Грузии в 1991 г.■

Глубоководные котловины гораздо древнее срединно-океанических хребтов. Внутри котловин встречаются участки плато и валов, имеющих складчатую структуру.

По периферии Тихого океана на тысячи километров вытянулись глубоководные желоба. Это узкие дугообразные впадины в местах глубинных разломов в земной коре.



Строение складчатых гор (Альпы).

Иногда эти разломы уходят в глубину на сотни километров. Глубина желобов колеблется от 7 до 11 км (Марианский желоб — 11 022 м). Осадки на дне желобов, как правило, залегают горизонтально.

Многие области дна океанов и суши ученые объединяют в гигантские литосферные плиты — огромные глыбы, включающие в себя всю земную кору и часть верхней мантии общей толщиной от 50 до 200 км.■



Самым типичным является Срединно-Атлантический хребет, проходящий по дну океана на равном расстоянии от берегов Америки и Африки. Он достигает длины 15 000 км, при ширине по основанию 1000 км. Относительная высота этого хребта над глубоководными котловинами – около 3 км. Это глыбовый и сводово-глыбовый хребет со следами растяжения земной коры в его осевой зоне. Здесь располагаются щелеобразные рифтовые впадины. По результатам гравиметрических измерений, мощность океанической коры в этих местах – около 15 — 25 км. В осевой зоне Срединно-Атлантического хребта осадочный слой либо отсутствует, либо он незначителен.■

По своей структуре горы бывают глыбовые, складчатые, складчато-глыбовые, сводово-глыбовые. Облик гор создается не только благодаря тектоническим движениям, но и в результате процессов, действующих на поверхности Земли. В горах нередки многочисленные межгорные впадины, котловины, плато. Часто встречаются рифтовые впадины. Такой впадиной, например, является котловина озера Байкал.■

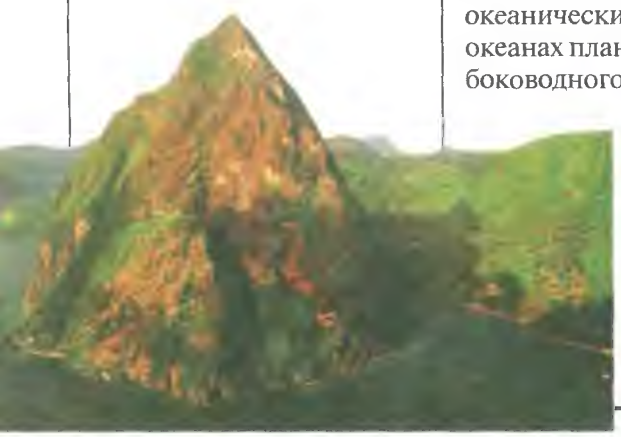
Окраины антеклизы ступенями спускаются к окружающим их синеклизам (от греч. syn – вместе и enklisis – наклонение). На окраинах синеклиз и антеклиз часто встречаются отдельные валы и купола — мелкие тектонические формы. Для платформ прежде всего характерны ритмические колебания, что приводило к последовательной смене поднятий и опусканий. В процессе этих движений возникали прогибы, небольшие складки, тектонические трещины.

Строение осадочного чехла на платформах осложняют тектонические структуры, появление которых объяснить непросто. Например, под северной частью дна Каспийского моря и под Прикаспийской низменностью скрыт огромный замкнутый со всех сторон бассейн глубиной более 22 км. В поперечнике этот бассейн достигает 2000 км. Его заполняют глины, известняки, каменная соль и другие породы. Верхние 5 — 8 км осадков относят к палеозойскому возрасту. По геофизическим данным, в центре этой впадины отсутствует гранито-гнейсовый слой и толща осадочных пород залегает непосредственно на гранулито-базальтовом слое. Такое строение больше характерно для впадин с океаническим типом земной коры, поэтому Прикаспийскую впадину считают реликтом древнейших докембрийских океанов.■

Полной противоположностью платформам являются **орогенические** пояса — горные пояса, возникшие на месте прежних геосинклиналей. Они, так же как и платформы, принадлежат к длительно развивающимся тектоническим структурам, но скорости движения земной коры в них оказались значительно большими, а силы сжатия и растяжения создали на поверхности Земли крупные горные хребты и впадины. Тектонические напряжения в орогенических поясах то усиливались, то резко уменьшались, а потому можно проследить и фазы роста горных сооружений, и фазы их разрушения.

Боковое сжатие блоков земной коры в прошлом нередко приводило к разделению блоков на тектонические пластины, каждая из которых имела толщину 5 — 10 км. Тектонические пластины коробились и часто надвигались одна на другую. В результате древние породы оказывались надвинутыми на более молодые породы. Крупные надвиги, измеряемые десятками километров, ученые называют **шарьяжами**. Их особенно много в Альпах, Карпатах, Гималаях и Кордильерах, но шарьяжи встречаются и на платформах, где смещение пластин земной коры приводило к образованию складок и валов, например в Жигулевских горах.■

Дно морей и океанов долго оставалось малоисследованной областью Земли. Только в первой половине XX в. были открыты срединно-океанические хребты, которые впоследствии были обнаружены во всех океанах планеты. Они имели разную структуру и возраст. Результаты глубоководного бурения тоже способствовали изучению структуры **срединно-океанических** хребтов. Осевые зоны срединно-океанических хребтов вместе с рифтовыми впадинами бывают смещены на сотни и тысячи километров. Эти смещения наиболее часто происходят по крупным разломам (так называемым **трансформным разломам**), которые образовались в разные геологические эпохи.■



Вулканическая вершина Гро-Питон на острове Сент-Люсия (Малые Антильские острова).

Пульс и дыхание недр

Уральский геолог А. А. Пронин выявил 13 планетарных циклов тектонической активности за последние 600 млн. лет, каждый из которых, по его мнению, продолжался 40 — 50 млн. лет. Геологи и раньше выделяли крупные эпохи складчатости — байкальскую, салаирскую, каледонскую и другие, тем самым подчеркивая существование в прошлом эпох сжатия и расширения земной коры.■

Земля движется в космическом пространстве, вращаясь вокруг собственной оси. Земля вздрагивает от внутренних катаклизмов, реагируя на изменения вещества. Земля дышит, выбрасывая газы, магму и воду. Горные породы, залегающие горизонтально или смятые в складки, застывшие потоки лав, гигантские трещины, уходящие в глубь планеты на многие километры, — все это результат разных тектонических движений и магматических процессов.

Этот лавовый мост на Галапагосских островах образовался, когда расплавленная лава встретилась с холодным океаном. Вероятно, определенную роль сыграло и разрушительное действие волн.



Науку, занимающуюся изучением структуры земной коры и ее развитием, называют **геотектоникой** (геологи под структурой понимают распределение и залегание горных пород). В своих исследованиях геотектоника использует структурные, геофизические, геодезические, геоморфологические и другие методы.

Геологи подразделяют тектонические структуры нашей планеты на несколько больших групп: структуры первого (высшего) порядка — материки, океаны; структуры второго порядка — подвижные пояса (геосинклинальные области) и устойчивые площади (платформы); структуры третьего порядка — геосинклинальные системы (Кавказ, Тянь-Шань, Сихотэ-Алинь и др.), срединные массивы (Охотский, Закавказский и др.), щиты, антеклизы и синеклизы (Балтийский и Анабарский щиты, Московская синеклиза и др.).

В геотектонических исследованиях важно определить роль разрывов и складок горных пород. Складки наблюдаются как в осадочных породах, так и в древних гранитных телах.

На платформах и в орогенических (от греч. oros – гора) поясах встречаются не только складки, напоминающие огромные застывшие волны, но и крупные глыбы поперечником в сотни километров. Они чаще всего наблюдаются там, где толщина осадочного чехла минимальна или он вовсе отсутствует.■

Чередование антиклиналей и синклиналей в геологическом разрезе горной местности.



Тектонические движения делят на вертикальные (в основном колебательные) и горизонтальные. Они взаимно дополняют друг друга. Колебательные движения земной коры представляют собой, с одной стороны, вертикальные и горизонтальные, в том числе складчатые движения, а с другой — сдвиги в земной коре и ее пульсацию. Особенности древних тектонических движений (в протерозойскую, палеозойскую или в мезозойскую эры) определяют по строению горных пород и чаще всего по анализу фаций.



Известняк с остатками морских лилий (вверху).

Глауконитовый песчаник, получивший свое название по присутствии минерала глауконита (слева).

Серый известняк, почти совсем лишенный слоистости (справа).

Фация (от лат. facies – облик) — это тип осадочной породы, возникший в определенных физико-географических условиях. Примерами фаций являются морские глины и пески, речные галечники, озерные известняки и т. п. Морские осадки накапливаются, как известно, в глубинах морей и океанов, заполняя прежде всего подводные желоба и котловины. Эти области — результат тектонических опусканий земной коры. Обнаруженная речная галька на склонах гор свидетельствует о поднятии гор, где реки первоначально текли на более низком уровне. По анализу фаций и возрасту пород можно определять скорости тектонических погружений или поднятий поверхности.

Тектонические движения приводят к образованию котловин, где накапливаются толщи осадков. Однако обломочный материал, сносимый с окружающих склонов, поступает на дно котловин с перерывами. Прогибание котловины также происходит неравномерно. При этом континентальные фации сменяются морскими; котловина полностью заполняется обломочным материалом и в конце концов превращается в аккумулятивную равнину. Таким образом, поверхность равнины поднимается над водой и становится сушей. В итоге начинается разрушение рельефа равнины. Затем все повторяется. Цикл осадконакопления продолжается несколько миллионов или даже десятков миллионов лет.

Многие толщи осадочных пород измеряются в километрах. Это свидетельствует о длительном процессе их накопления. Например, в Донецком угольном бассейне за каменноугольный период, т. е. за 75 млн. лет, накопилась толща песчаников, углей, известняков общей мощностью почти в 12 км. Значительная часть их принадлежит к речным и болотным образованиям.■

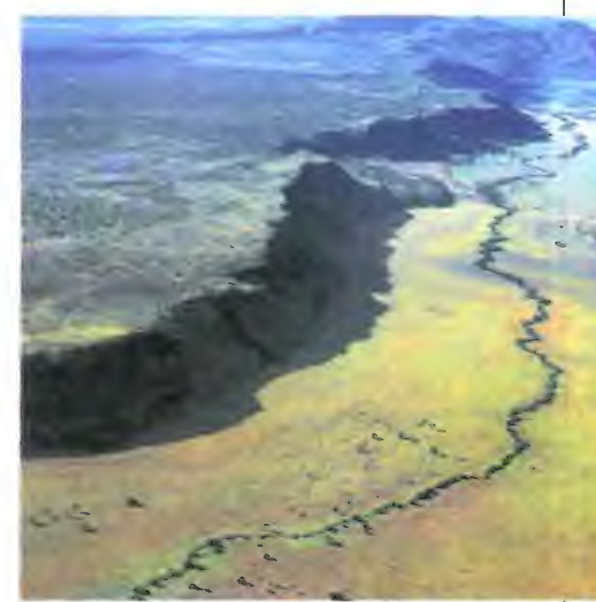
Изучая модели развития недр Земли, ученые пришли к выводу о том, что горизонтальные растяжения земной коры обязательно сопровождаются ее сжатием. Это следствие подвижности литосферы и ее неоднородности. Установлено чередование фаз активизации и затухания складчатости и горообразования, вулканизма, наступления и отступления моря.■

В основе модели «пульсирующей и расширяющейся Земли», предложенной российским геологом академиком **Е. Е. Милановским** (р. 1923) лежит тезис о чередовании длительных эпох усиления и ослабления тектонической напряженности. Все это связано с попеременным растяжением и сокращением объема недр планеты, т. е. с пульсацией недр. Е. Е. Милановский объяснял ее неравномерностью разогрева земных недр. Появление крупных трещин (рифтов) способствует проникновению магмы в трещины и излиянию ее на поверхность планеты. Затем наступает некоторое охлаждение недр — в результате чего литосфера сжимается и коробится.

Пульсация недр включает разные по продолжительности циклы. Самые крупные продолжались первые сотни миллионов лет; циклы эндогенной активности — 40 — 50 млн. лет; фазы складчатости — 7 — 15 млн. лет.■



Фонтаны раскаленной лавы высотой до 90 м.



Крутой тектонический уступ отделяет плато от рифтовой впадины (Восточная Африка).

Современные движения земной коры, так же как и более древние, имеют колебательный характер. На берегу Неаполитанского залива (Италия) возвышаются колонны древнего храма, построенные еще 2 тыс. лет назад. Нижние части колонн оказались засыпанными вулканическим пеплом, а в 3 — 4 м над ним в колоннах были обнаружены отверстия — следы деятельности морских моллюсков.

Это можно объяснить только повышением уровня моря, воды которого залили нижнюю часть колонн. Таким образом, после постройки храм опускался под воду на 8 — 10 м. К концу XVII в. храм вновь был поднят тектоническими силами выше уровня моря и оказался на суше, а в начале XX в. опять стал погружаться.

Сейчас он уже находится ниже уровня моря на 2 — 3 м. Чередование опусканий и поднятий прибрежной полосы здесь очевидно.■



Трещины в дорожном покрытии как свидетельство современных подвижек земной коры.

Современные тектонические движения Земли и выбросы газов

«На памяти человечества» движения земной коры происходили в древности, происходят они и сейчас. Естествоиспытатели и историки оставили описание этих катастроф. Хорошо известны случаи, когда под воду опускались приморские города или даже целые побережья, а землетрясения поражали центральные области многих континентов.

Благодаря совершенствованию геодезических методов наблюдений удалось создать «метод повторных нивелировок» земной поверхности. За 30 — 50 лет наблюдений были получены карты современных движений земной коры. Такие наблюдения обычно велись вдоль железных и автомобильных дорог, где можно установить прочные и неподвижные реперы (от фр. repere — метка, знак, исходная точка). Этот знак в виде металлической пластины или штыря обычно закрепляется в стене дома, на железнодорожных насыпях, в бетонных столбах. Для такой метки обязательно определяются ее абсолютная высота и географические координаты. В горах для этого использовали лазерные дальномеры, данные которых корректировались со спутников Земли. Повторные нивелировки местности производились через 6 — 15 лет. Таким путем были выявлены области с разными скоростями тектонических движений. Точность измерений при этом составляла от 1 до 1,5 мм в год. Оказалось, что с течением времени скорости тектонических движений могут изменяться.■

На острове Сахалин зафиксирована смена знака и скоростей тектонических движений от −8 до +7 мм в год. На берегах Балтийского, Черного и Азовского морей отмечены изменения скоростей вертикальных движений от −8,4 до +13,5 мм в год. Резкое уменьшение скоростей поднятий наблюдалось в



Вулканический остров.

Донбассе — с +12 до +4 мм в год. Хребты Большого Кавказа в его западной части поднимаются со скоростью до 2 мм в год, тогда как на востоке этой горной страны хребты опускаются со скоростью 3 мм в год. За пределами России, в Высоких Татрах, установлено интенсивное поднятие гор со скоростью 7 мм в год, а в предкарпатских районах — опускание со скоростью 3 мм в год.■

На поверхность Земли из ее недр часто выбрасываются газы. Это бывает связано с различными геохимическими превращениями вещества. В процессе его радиоактивного распада выделяется много гелия (ежегодно от 2 до 5 тыс. т). Он может существовать немногим более 100 лет, после чего исчезает и, как полагают ученые, уходит в космическое пространство. Гелий поднимается к поверхности Земли по тектоническим трещинам и содержится в подземных водах. В областях разломов содержание его может достигать до 0,01 — 0,04% общего объема подземных вод. В результате распада урана появляется радон, а в результате распада некоторых изотопов калия — аргон. Радон быстро распадается (время полураспада — 3,8 дня), но он постоянно образуется во многих горных породах. Помимо газов, связанных с радиоактивными превращениями вещества, из недр поступают газы углеводородного, водородного и сернистого составов: углекислый газ (CO_2), окись углерода (CO), сернистые газы (SO_2, SO_3), сероводород (H_2S), хлористый водород (HCl), фтористый водород (HF). Почти все они выделяются при извержениях вулканов, а потому поступают импульсами. При вулканических извержениях выделяются пары воды, водород, аммиак, метан, двуокись углерода и другие газы. Взаимодействуя между собой, они образуют формальдегид и синильную кислоту, которые способствуют формированию аминокислот, а через них — сложных молекул, связанных с примитивной жизнью. Особенно характерны такие превращения веществ и газов для подводных вулканов. Однако газы поступают не только в результате вулканических извержений. При бурении Кольской сверхглубокой скважины обнаружилось, что в трещинах магматических и метаморфических пород содержатся значительные объемы газов. Изучение углеводородов в Хибинском горном массиве позволило установить наличие в нем метана, пропана, этана. Одновременно были обнаружены различные битумы.■



Выбросы газа из жерл вулканов происходят внезапно, принося значительный ущерб. В 1986 г. в Камеруне (Африка) произошел вулканический выброс, содержащий углекислый газ, метан и гелий. В результате погибло около 1700 человек.■





«Палящая туча».
Начало извержения вулкана.

Вулканизм – самый молодой и самый древний из геологических процессов на Земле



Если представить, какой была наша планета 3 — 4 млрд. лет назад, то перед нами возникнет ужасающая картина: взрывы, непрекращающийся грохот, огромные фонтаны извергающейся магмы, целые моря расплавленного вещества, – словом, царство вулканизма на ранних стадиях формирования поверхности Земли.

О самой ранней стадии вулканизма (ее часто называют «лунной») нельзя судить по имеющимся сейчас горным породам. Первозданных вулканических пород практически не сохранилось, все они за миллиарды лет были переработаны в результате позднейших процессов. Однако такие породы есть на Луне, которая намного раньше, чем Земля, прекратила тектоническую активность, поэтому модель «лунной стадии» в развитии вулканизма на Земле может быть построена на основе реально существующих пород на Луне.

Вулканизм — совокупность явлений, связанных с перемещением магмы в верхней мантии и земной коре, а также на поверхности Земли. Ему свойственна максимально концентрированная энергия на единицу площади. Самыми яркими примерами вулканической деятельности служат, конечно, сами вулканы. Местоположение их определяется прежде всего тектоническим строением земной коры, поэтому во многом (хотя и не полностью) области распространения вулканизма и землетрясений совпадают. Ученые выделяют наземный и подводный вулканизм.■

При наземном вулканизме резко сменяются условия преобразования магматического вещества. При извержении в нем падают давление среды (с 102 до 1 кг/см^2), плотность (с 2 до 1,3 • 10^{-3} г/см^3), вязкость и т. д. Подводный вулканизм протекает в более плотной среде, чем воздушная. Уже на глубине около 2 км давление паров воды в магме становится меньше давления окружающей воды. Образование паров на больших глубинах невозможно. Вулканы могут находиться и подо льдом. Такие вулканы наблюдаются в Исландии и

Бытует мнение, что вулканические извержения приносят только вред людям и природе. На самом деле это не так. Вспомним, что миллиарды лет назад благодаря вулканизму появились первые острова на поверхности нашей планеты. Это послужило началом образования материков. Выпадение вулканического пепла всегда создает плодородные почвы на склонах вулканов, что повышает урожаи. Растительность восстанавливается через 20 – 25 месяцев после извержения вулкана.■

Раскаленные газы, пар, пепел — спутники вулканического извержения.



Наблюдать весь процесс формирования вулкана человеку приходится редко. В 1943 г. было прослежено образование вулкана Парикутин (2775 м) в Мексике. Он возник на пологом склоне, разорванном длинной и извилистой тектонической трещиной. Сначала из трещины послышался гул, в воздух поднялись столбы пара и дыма, затем полетели вулканические бомбы и пепел, и только потом показался небольшой язык лавы. Извержение пульсировало то усиливаясь, то затухая. В первые шесть дней на ровном склоне сформировался пеплово-лавовый конус высотой 167 м, который через 10 недель достиг высоты 360 м. Облака пепла поднимались на высоту в несколько километров. В первые две недели вулкан извергал ежедневно 10 млн. т пепла, обломков и до 0,65 млн. т базальтовых лав. Жидкая лава разрушила несколько деревень. После 1952 г. деятельность вулкана почти прекратилась, но окончательно потухшим его считать нельзя.■

Взрывы приводят к изменению облика вулканов. В 1883 г. взрывом была уничтожена половина вулкана Кракатау (Зондский пролив), когда в результате извержения море проникло в кратер вулкана. При взрыве в атмосферу было выброшено 18 км^3 пирокластического материала, который выпадал в течение 2 — 3 лет на площади около 1 млн. км^2.■

Геологическим раем для вулканологов является Армянское нагорье. Широкое распространение здесь вулканических лав, туфов, разнообразных минералов — результат вулканических извержений в прошлом. Высокие базальтовые стены, словно гигантские орга́ны, обрамляют дорогу, соединяющую Ереван с озером Севан. Розовый туф — гордость Армении — служит прекрасным строительным камнем для зданий и сооружений. Туф отличается прочностью и хорошей теплоизоляцией, легко режется на «кирпичи» разного размера, поддается обработке. В Армении есть розовый, фиолетовый, красно-коричневый, черный туф.■

Антарктиде. В недалеком прошлом они, например, существовали на Кавказе, а также в Саянах.■

Признаками близкого извержения являются некоторые изменения в земной коре и сейсмические толчки. Это происходит при нарастании давления в жерле вулкана из-за пробки лавы, оставшейся от предыдущего извержения. Вещество, выбрасываемое взрывами, состоит из газов, паров, жидкой лавы и твердого материала. При небольшой мощности взрывов на поверхность прорываются только газы. Иногда объем вулканического материала такой значительный, что по периферии вулкана формируются холмистые равнины, сложенные из пепла и обломков.

В 1912 г. при сильном взрыве вулкана Катмай на Алеутских островах было выброшено в атмосферу почти 16 км^3 пепла и пемзы. У подножия вулкана толщина слоя пепла достигла 15 м, а в 160 км от него — 3 м. Взрыв вулкана был слышен за 1200 км. Пепла в воздухе оказалось так много, что вулкан и его окрестности погрузились в ночную тьму; в воздухе ощущался запах серы. При взрывах вулканов Безымянный и Шевелуч на Камчатке наблюдались такие же явления. При извержении разрушаются и выбрасываются не только материалы старых вулканов, но и породы кристаллического фундамента. Обломочный материал бывает сильно раздроблен, а потому обломки имеют остроугольную форму. Их величина достигает 15 м.■

Слоистые вулканы ученые обычно называют **стратовулканами**. Они формируются за сравнительно короткое время, однако и оно различается: Парикутин (Мексика) — за 10 — 12 лет; Исалько (Сальвадор) — за 200 лет. За такой промежуток времени вулкан извергает на поверхность большой объем обломочного материала. Например, Ключевская сопка (Камчатка) за последние 50 лет выбрасывала в среднем около 0,03 км^3 обломков в год, т. е. почти 45 млн. т ежегодно.

При вулканических извержениях обычно изливается лава. Иногда ее так много, что в кратерах образуются лавовые озера. В **кальдере** (от исп. caldera, букв. — большой котел; здесь — котлообразная впадина) вулкана Килауэа на Гавайских островах такое лавовое озеро то появляется, то исчезает. Над его поверхностью поднимаются фонтаны магмы высотой 20 м. По трещинам часть лавы вытекает на склоны вулкана. Извержения иногда сопровождаются «палящими тучами» — раскаленными облаками. Они насыщены газами и содержат много обломочного материала. Объем лавовых потоков измеряется сотнями и тысячами кубометров в секунду. Скорость потоков зависит от вязкости вещества, наклона поверхности и колеблется от 10 до 60 км/ч. Лавовые потоки образуют волнистые и глыбовые равнины.



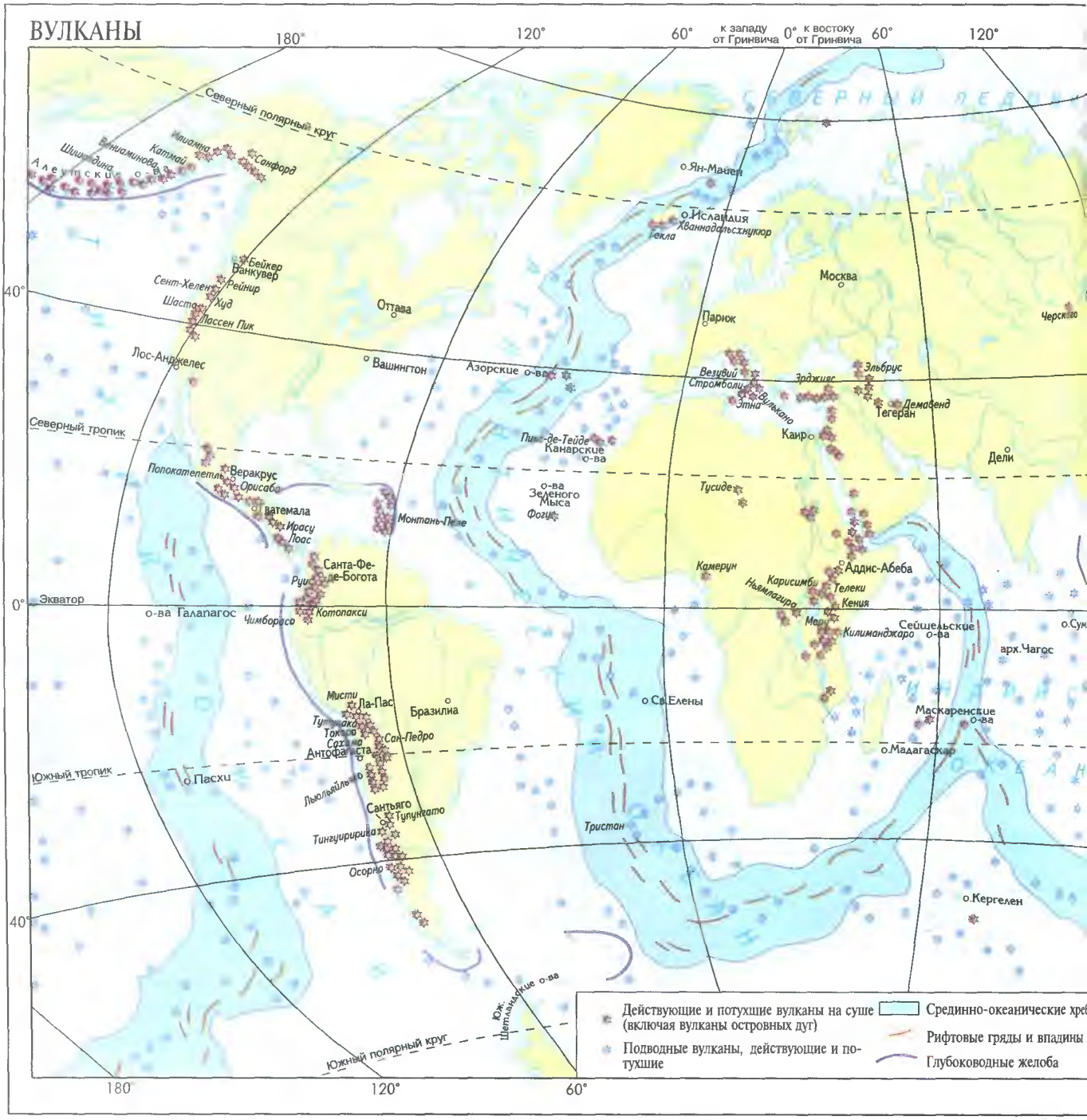
Поток лавы, стекающий по склону вулкана.

Волнистые равнины формируются наиболее подвижными лавами и по характеру рельефа напоминают огромные скрученные канаты. При умеренных скоростях движения лавы образуются участки с плитовидной поверхностью, а в толще лав — пустоты в виде туннелей.

Глыбовые равнины сложены более вязкими лавами. Когда лавовый поток коробит-

У гейзеров, как правило, есть только одно основное жерло, которое имеет вид неширокой воронки. Продолжительность выброса столба горячей воды и пара составляет чаще всего 10 — 15 мин; высота столба достигает 30 — 70 м.■

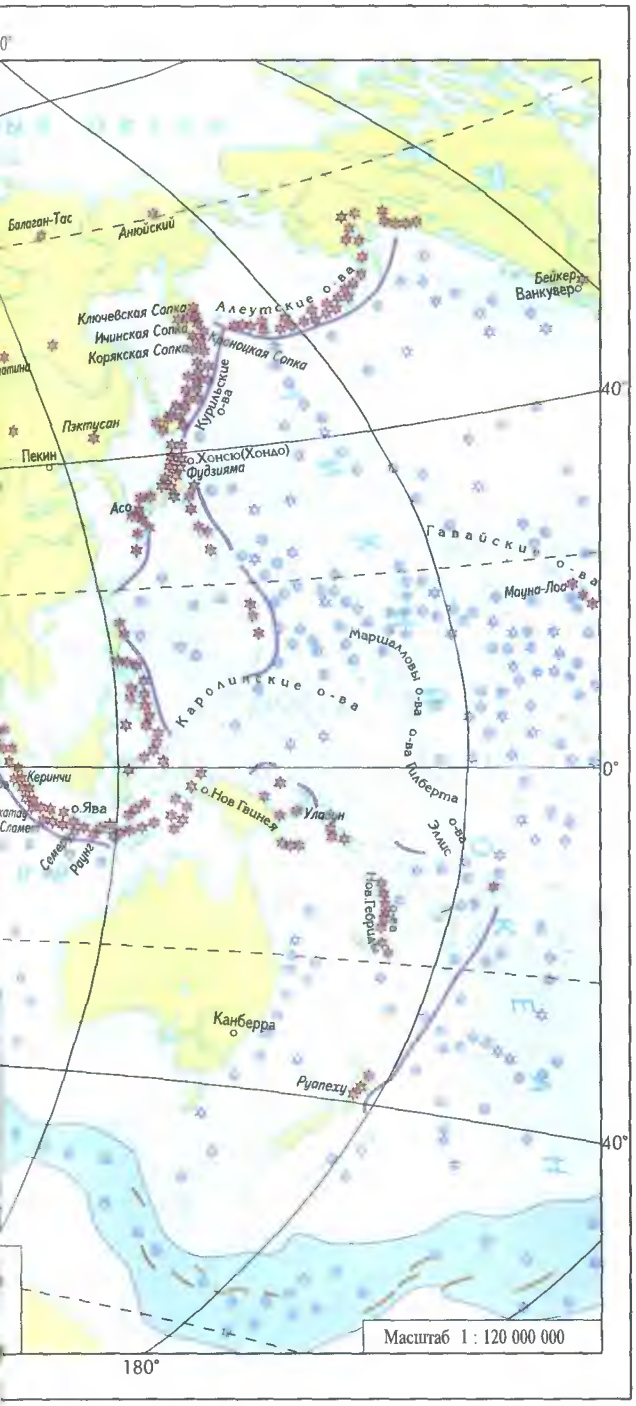
ся, возникают трещины, вызывающие дробление на глыбы и блоки поперечником до 5 м. При этом большая часть глыб имеет остроугольную форму. Вязкая лава малоподвижна и часто накапливается в виде «куполов выжимания» возле жерла вулкана. Выдавливание такой лавы происходит медленно, в течение многих месяцев и даже лет. Вулканическая деятельность сопровождается выбросами горячих вод. Гидротермальные процессы приводят к появлению гейзеров.





Обсидиан.

Каналы выхода паров, имеющих температуру 130 — 165°С и содержащих примеси углекислоты, мышьяка, водорода, серы, хлора и других элементов, называют **фумаролами**. Такие каналы наблюдаются в кальдерах и кратерах потухших вулканов, в лавовых потоках, на склонах вулканов. На месте выходов газов и паров формируются натечные конусы, террасы, «языки», сложенные породами, образовавшимися при кристаллизации минералов. Иногда по периферии фумарол образуются крупные скопления серы (в сольфатарах).■





Вулкан на Камчатке.

Подводный вулканизм изучен слабее, чем наземный, хотя подводных вулканов на дне океанов достаточно много. В зону срединно-океанических хребтов ежегодно поступает 5 — 6 км^3 лавы, тогда как на суше — всего около 1 км^3. Бывают взрывы вулканов, при которых поднимаются кипарисовидные столбы вещества. От вулкана отделяются облака (в воде!) пепла и мелкозема, выбрасываются глыбы и вулканические бомбы. Однако излияния лав протекают здесь гораздо медленнее, чем на суше. Лавы состоят в основном из базальтов, а по форме напоминают шаровые лавы.■

О подледном вулканизме известно еще меньше, чем о подводном. Наблюдения в Исландии и Антарктиде показали, что эти особые вулканические процессы возникают при взаимодействии прочной земной коры, льда и атмосферы. В Исландии, например, ряд вулканов располагается в основании покровных ледников. Мощность льда, перекрывающего жерла вулканов, достигает 300 — 500 м. При извержениях, которые сопровождаются интенсивным плавлением льда, происходит высвобождение морены и смешивание ее с пирокластическим материалом.■

Непременные спутники вулканов — вулкано-тектонические поднятия и опускания поверхности. В Исландии длина разрывных нарушений, связанных с поднятиями, достигает десятков километров, а амплитуда — 30 — 40 м. При активизации вулканов наблюдаются не только вертикальные, но и горизонтальные подвижки. Известны крупные впадины по периферии вулканов, например вокруг Ключевской сопки, происхождение которых обусловлено оседанием земной коры после освобождения магматического источника.■

Литосферные плиты Земли

Верхняя часть литосферы Земли — твердая и прочная, чего не скажешь о нижних ее горизонтах, которые постепенно переходят в литосферу с низкой вязкостью и значительно большей подвижностью. Толщина литосферы колеблется от 50 до 200 км на материках и от 5 до 15 км под дном океанов. Главное свойство литосферы — отсутствие монолитности. В литосфере имеются активные зоны, где опускаются или обрушиваются материковые окраины. Трансформные разломы разделяют всю толщу литосферы на гигантские глыбы.

Ученые давно пытались выяснить строение таких планетарных морфологических структур, как подвижные горные пояса, равнины, плато, плоскогорья. Однако различные гипотезы их происхождения основывались на представлениях о недрах Земли, существовавших прежде. Во второй половине XX в. геохимические, геофизические и геологические исследования во многих районах Земли привели к появлению гипотез о расширяющейся Земле и дрейфе материков. Кроме того, обнаружились новые данные о возможном перемешивании вещества в литосфере, о подкоровых течениях и радиоактивном распаде вещества с выделением огромного количества тепла.

Особое место в науке заняла гипотеза о движениях литосферных плит, построенная на результатах геофизических исследований океанов. В начале XX в. немецкий геофизик **А. Вегенер** (1880 – 1930) высказал идею о дрейфе материков. Отправная точка этой гипотезы — сходство в очертаниях восточного побережья Южной Америки и западного



Последствия сжатия земной коры.

На поверхности Земли наиболее четко прослежены границы семи литосферных плит. Вблизи «подводных» границ расположены наиболее крупные горные пояса (Северо-Американские Кордильеры, Анды, горы вблизи восточной окраины Азии, Альпийско-Гималайский пояс и др.). «Подводные» границы плит проходят по осям срединно-океанических хребтов. Как считал академик В. Е. Хаин, гипотеза «тектоники литосферных плит» дала полное, простое и изящное объяснение разнообразным фактам и явлениям, описанным геологией, геофизикой и геохимией. Она объединила в единую модель разные процессы, установив их взаимосвязь в глобальном масштабе. Разработка гипотезы «тектоники литосферных плит» привела к мысли о концентрации рудных полезных ископаемых вдоль окраин плит. В горных поясах континентов, расположенных ближе к морским побережьям, обнаружены сульфидные полиметаллические руды, а далее, в глубь материка, – оловоносные и месторождения редких металлов.■

Гипотеза «тектоники литосферных плит» поставила новые вопросы о геологическом строении Земли. Не на все из них можно еще ответить. Трудно согласиться, например, с тем, что при известной расслоенности литосферы, и в особенности земной коры, могут пододвигаться плиты в целом, а не их верхние части, так называемые пластины. Весьма сомнительны повсеместные перемещения плит по прерывистой астеносфере.

Недостаточно объяснены тектонический режим, сейсмичность, вулканизм в континентальных районах Земли. Не нашли объяснения в этой гипотезе и цикличность тектонического развития, периодичность усиления или затухания активности планеты; не был выяснен механизм погружения океанической коры в глубоководные желоба.

Результаты бурения в глубоководных желобах пока не выявили следов «соскабливания» осадочного чехла на дне океанов, как предполагалось по этой гипотезе. Наоборот, выяснилось, что осадки в желобах отличаются почти горизонтальным залеганием. К тому же геофизики обнаружили, что литосфера проникает в мантию до глубин 600 — 700 км, а это значительно превышает толщину литосферных плит. Несмотря на некоторые слаборазработанные направления этой гипотезы, она остается популярной.■

побережья Африки. В своих работах А. Вегенер исследовал «вязко-жидкое состояние земного шара», процессы растяжения океанического дна, сущность вулканизма. Его труды стали фундаментом, на котором в 60-е гг. XX в. была построена гипотеза **«тектоники литосферных плит»**.■

Модель Земли по этой гипотезе выглядела так: плиты, располагаясь на пластичном веществе астеносферы и обладая разной массой, находились в неустойчивом состоянии и могли продвигаться наподобие плавающих льдин. Они включали в себя не только всю толщу земной коры, но и верхнюю часть мантии. Перемещаясь, плиты сталкивались, терлись друг о друга, погружались одна под другую. Это приводило к возникновению в литосфере активных тектонических зон. Границами плит служили осевые (в том числе и рифтовые) зоны срединно-океанических хребтов, которые получили названия зон спрединга (или расширения дна океанов). Эти зоны отличаются высокой тектонической напряженностью, о чем свидетельствуют частые и сильные землетрясения и извержения вулканов. Из жерл вулканов и тектонических трещин на дно океанов поступают лавы, формирующие океаническую кору. Лавы расползаются по обе стороны срединно-океанического хребта. Самые молодые из лав располагаются в его центре, самые древние — по периферии дна океана, вблизи границы его с материком. Скорости спрединга в разных океанах и в разное время изменялись от 1 до 18 см в год. Возраст пород изменялся от 3 — 5 до 150 млн. лет. Это означало, что в океанической коре нет пород старше 150 — 160 млн. лет, т. е. вся она не древнее юрского периода. Однако объемы магматического и вулканического материала, поставляемого из недр Земли на дно океанов, оказались настолько значительными, что простыми расчетами удалось доказать, как начиная с юрского периода океаны заполнялись молодой корой. Геофизики предложили механизм повторного «погружения» избытков океанической коры в глубины Земли и переработки ее в мантии. Это происходило в зонах пододвигания одной толщи коры под другую, которыми служили глубоководные желоба. В их недрах происходил обмен старой океанической коры на новую. Он включал два этапа. На первом из них в рифтовых зонах срединно-океанических хребтов осуществлялся процесс плавления вещества мантии и образования базальтов, т. е. формировалась габбро-базальтовая океаническая кора толщиной около 5 км. Ее блоки, перемещаясь, достигали окраин океанов и погружали ее в мантию. На втором этапе начиналось образование континентальной коры, которая в этой модели литосферных плит рассматривалась как результат вторичной переработки и переплавления океанической коры, затянутой в зоны пододвигания плит.■





Бухты, созданные вулканическими извержениями.

Ожидаемые и «неожиданные» землетрясения



Трагические последствия землетрясения.

Землетрясения — это очень быстрые колебания горных пород в недрах земной коры, вызывающие сейсмические толчки недр. Подземные удары длятся обычно всего несколько секунд, реже — минут. Сотрясения пород происходят в результате разрядки долго накапливающихся напряжений в литосфере с высвобождением при этом колоссальной энергии, способной разрывать на части земную кору и создавать новые формы рельефа.

Очаги землетрясений располагаются на разной глубине. Они могут находиться как в земной коре, так и в верхней мантии. Форма и поперечное строение очагов землетрясений также различаются — от сотен метров до 30 — 45 км. Место очага называют **гипоцентром**, а его проекцию на поверхности Земли — **эпицентром**.

В приграничных зонах литосферных плит количество эпицентров измеряется десятками тысяч. Это наиболее сейсмоопасные территории. Встряхивания здесь происходят очень часто, сила их весьма значительна. Во внутренних частях плит есть участки, где в прошлом отмечались сильные **землетрясения**. Обычно это происходило вблизи глубинных разломов земной коры.

Сила землетрясений измеряется в условных баллах по двенадцатибалльной шкале.■

Землетрясению, как правило, предшествует так называемый «рой» сейсмических толчков, продолжающихся многие недели, а иногда и месяцы. Подобная природная вибрация ослабляет устойчивость горных пород, но одновременно препятствует накоплению более крупных напряжений.

Механизм развития глубоких очагов землетрясений иной: на глубине более 300 км вещество недр Земли находится в пластичном состоянии, в условиях высоких давлений (до 200 Кбар) и температуры выше 800 — 1000°С. На глубине 700 км, т. е. на пределе развития очагов землетрясений температура вещества близка к 1500 — 1600° С. Пластичное состояние вещества препятствует появлению здесь разрывов. В таких условиях происходили, вероятно, химические превращения минералов, высвобождение из них воды, растрескивание. Подобные превращения в огромных объемах пород, содержащих эти минералы, приводили к скачкообразным деформациям вещества. Возможно, это и являлось причиной сейсмических толчков.



Поселок, уничтоженный землетрясением.

«Я только что взял трубу, чтобы приступить к своим музыкальным упражнениям, как началось землетрясение. Сразу же стало ясно, что землетрясение нешуточное: слишком уж сильно раскачалась люстра, сделанная из корабельного штурвала. Начали падать предметы, которые раньше никогда не падали. Я бросился к дверям. На дорожке перед домом я обернулся: мой дом корчился и стонал. Во дворе падали высокие деревья. Я устремился к тому месту, где, как мне казалось, я буду в безопасности, но когда я оказался там, то увидел, что по земле поползли трещины. Куски земли непонятной формы, с рваными краями, двигались вверх-вниз, наклоняясь под всевозможными углами. Я попытался перебраться на другое место, но всюду появлялись все новые и новые трещины. Вдруг мой дом отодвинулся от меня, причем очень быстро. Я начал было перелезать через изгородь в соседний двор, как вдруг эта изгородь провалилась в землю... Появились глубокие расщелины... Потом обрушился дом моего соседа и тоже сполз в расщелину. Когда движение земли прекратилось, я выбрался наверх и увидел странный угловатый ландшафт, окружавший меня со всех сторон».

Сила землетрясения, происшедшего 27 марта 1964 г. на Аляске, в эпицентре составила 11 баллов. Очевидец — редактор газеты «Анкоридж дейли таймс».■

Таким образом, механизмы развития очагов землетрясений на малых и больших глубинах неодинаковы, это осложняет прогноз землетрясений.■

В зонах активных тектонических разломов землетрясения наблюдаются довольно часто. В феврале 1976 г. произошло катастрофическое землетрясение в Гватемале (Центральная Америка). Эпицентр его находился в зоне разлома Мотагуа, где сила сейсмических толчков составила около 10 баллов при магнитуде в 7,5. Очаг располагался на глубине всего 5 — 10 км. Сейсмологи предположили, что сдвиги по этому разлому были связаны с подвижкой литосферных плит.

Изучая эпицентры наиболее крупных землетрясений, связанных с движениями земной коры вдоль разломов, ученые обратили внимание на постепенное горизонтальное смещение каждого из эпицентров относительно предыдущего. Это легло в основу гипотезы миграции эпицентров. Вдоль крупных среднеазиатских разломов (Дарваз-Каракульского и Гиссаро-Кокшаальского) было установлено смещение эпицентров сильных землетрясений, скорость которого, по данным российского ученого А. А. Никонова, составила (за период 1710 — 1980 гг.) 1,3 — 5,5 км в год. Последовательность смещения эпицентров крупных сейсмических толчков указывает на то, что разрядка тектонических напряжений в одном месте разлома сразу же ослабляет устойчивость соседних участков. Разлом как бы последовательно «вспарывается» изнутри. Сведения о миграции эпицентров помогают прогнозировать землетрясения.■

Хотя процесс формирования напряжений в земной коре изучен достаточно неплохо, механизм развития крупных землетрясений на платформенных равнинах еще не определен. Имеются сведения о землетрясениях в «спокойных» равнинных областях Австралии, Северной Америки и т. д. Сейсмологи стали относить их к так называемым внутриплитовым землетрясениям, примером которых может служить Унгавское землетрясение 1989 г. (на полуострове Лабрадор, Северная Америка). Оно имело магнитуду 6,0. В результате толчков здесь появились трещины и надвиги длиной около 8 км.■

Хозяйственная деятельность человека часто провоцирует землетрясения. Сначала такие землетрясения считали «неожиданными», но это не совсем так. При заполнении водохранилищ водой ее большие массы резко увеличивают нагрузку на верхние горизонты земной коры. Вода проникает по трещинам в глубину пород, вызывая их неустойчивость. Эти породы существовали в совершенно иных условиях десятки тысяч лет. Недра Земли не успевают быстро приспособиться к новым условиям, и в толщах пород образуются разрывы, сдвиги. «Неожиданные» землетрясения происходят также в местах, где откачивают подземные воды, добывают нефть и газ, роют карьеры.■



Волновые движения земной коры прошли под этим домом.

При землетрясениях высвобождается гигантская энергия. Она на один-два порядка выше энергии атомных взрывов. Энергия измеряется в магнитудах. Это условная величина — логарифм отношения амплитуды смещения частиц грунта к такой же амплитуде при «эталонном» землетрясении. Самые сильные землетрясения на Земле имели магнитуду от 7 до 8,5.■

В полосе Байкальского рифта (в России) постоянно отмечаются участки с очень высокими тектоническими напряжениями в земной коре. И как следствие этого — частые землетрясения.■



Землетрясение в Иране в 1962 г. унесло более 12 тыс. жизней.

Дремлющие вулканы

В истории Земли известно немало случаев, когда внезапно начинали активно действовать давно потухшие вулканы. Они есть во Франции и Италии, в Исландии и на Камчатке, на островах Океании.

В январе 1973 г. на острове Хеймаей (Исландия) проснулся вулкан, дремавший более 7 тыс. лет.

Огромная зона трещин длиной более 1,5 км расчленила остров. В самом начале извержения целый каскад лавовых фонтанов из более чем 40 жерл на дне трещины создал огненную стену высотой 100 — 150 м. Часть лавы растекалась потоками.

В конце зияющей трещины, которая оказалась под водой океана, произошли три коротких подводных извержения. Лава ярко светилась даже на глубине 30 — 40 м. Там, где она соприкасалась с водой, возникли турбулентные движения воды. На суше жерла постепенно стали принимать облик низких вулканических конусов, но они извергались недолго. Через 16 — 18 ч после начала извержения активными остались только два кратера. Правда, при этом высота лавовых фонтанов достигала 200 м, а отдельные вулканические бомбы выбрасывались на высоту 2,5 км.

Потоки лавы достигли океана. Дома и улицы близлежащего городка были покрыты пеплом и пемзой. Для того чтобы защитить город от надвигавшейся лавы, люди стали охлаждать лавовый поток, поливая его водой. К счастью, им удалось не только замедлить его движение, но и создать холодный барьер на его пути. Однако в этой борьбе вулкан все же победил: он разрушил жилые дома, электростанцию, промышленный комбинат.■

Туча пепла при извержении вулкана закрывает горизонт.

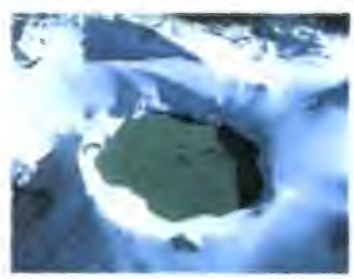
Самым известным из дремлющих вулканов можно считать Везувий. До 79 г. до н. э. на его склонах располагались богатые города, леса, посевы. За 6 тыс. лет до н. э. Везувий сформировал кальдеру, но его извержения закончились примерно около 1200 г. до н. э. После этого наступил длительный период спокойствия, который прервался через 1000 лет – в 79 г. до н. э., когда взрыв полностью разрушил вершину Везувия, а гигантские выбросы пемзы и пепла засыпали и уничтожили города Геркуланум, Помпеи, Стабию. В последние 200 лет взрывы происходили с интервалом 40 — 50 лет. После излияния лавы в 1944 г. вулкан затих. Считается, что его магматический очаг, находящийся на глубине всего 4 — 5 км, пока не набрал необходимого количества раскаленного вещества.■

В самом центре Франции, в низких горах Центрального Французского массива, находится плоскогорье Канталь. Здесь были обнаружены базальтовые лавы, а позднее и вулканы, действовавшие в миоцене, плиоцене и даже в голоцене. Неожиданной была находка обожженных лавой стволов деревьев, произраставших здесь 7650 лет назад. Вероятно, после этих последних извержений вулканы погасли.■

В России к числу дремлющих вулканов относится Эльбрус. Его лавы прекратили изливаться 10 тыс. лет назад, но на вершине сохранились (или вновь образовались) термальные поля с газово-паровыми выделениями — **фумаролами**. Они создали в снежно-ледовом панцире Эльбруса пещеры и гроты, где температура воздуха на высоте свыше 5 тыс. м достигает +16... +18° С при наружной температуре около –10° С. В воздухе ощущается запах сероводорода.

Магматический очаг вулкана Эльбрус находится на глубине около 5 — 10 км. Предполагается, что температура расплавленного вещества в его центре достигает +600° С. Вблизи Эльбруса и на его склонах часто отмечают сейсмические толчки в 3 — 4 балла, свидетельствующие об активности магматического очага. Сколько еще продлится «спячка» вулкана — неизвестно.





Вулканический кратер.

Остается неясно, насколько еще «проспит» и другой дремлющий вулкан— Балаган-Тас (Якутия-Саха), прекративший свою активную деятельность и заснувший примерно в 1770 г.

Но литосфера Земли постоянно находится в движении и развитии. И процессы, происходящие в ней, более сложные, чем это можно предположить. Литосфера открыла людям лишь часть своих тайн, так что многое еще предстоит разгадать.■



Во время только одного извержения образуется достаточно пепла, чтобы похоронить под ними целый город. Теперь археологи могут совершенно достоверно судить о его жителях и об укладе их жизни.■



Слепок человеческого тела, оставшегося в толще вулканического пепла. Обнаружен при археологических раскопках в городе Помпеи.

На юго-восточном побережье Северного острова архипелага Новая Земля, в районе бухты Вершина, исследователями были отмечены мелкие вулканические «трубки взрыва», возраст которых определен в 1,6 млн. лет. «Трубки взрыва» сложены агломератовыми лавами и крупнообломочными брекчиями (сцементированная обломочная горная порода) основного и ультраосновного состава, а также туфобрекчиями и пористыми шлаками. Все породы относительно молоды. Шлаки окрашены в вишнево-красные и коричневые цвета.■

В 1998 г. были опубликованы данные о возрасте вулканических аппаратов, сложенных щелочными базальтами, обнаруженными на севере Шпицбергена. Начало вулканической деятельности произошло здесь еще 30 — 40 тыс. лет назад. Один из молодых вулканов (вулкан Сверре) действовал 10 — 11 тыс. лет назад. Последнее извержение произошло 6200 лет назад.

Данные о четвертичном и голоценовом (послеледниковая эпоха) вулканизме позволяют геологам по-новому рассмотреть последние эпохи в палеогеографии Арктики. В частности, необходимо исследовать возможность вулканического «потепления» отдельных ее районов.■

Современная панорама древнего римского города Помпеи.



Полезные ископаемые

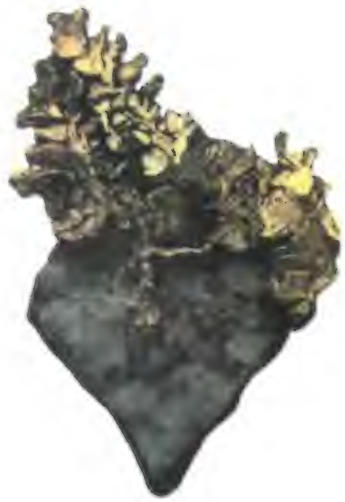
Значительная часть минералов, горных пород, подземных вод, газов используется человеком. Разделение их на полезные и бесполезные ископаемые, конечно, условно. Это зависит не от самих ископаемых, а от экономической целесообразности их добычи. Однако термин «полезные ископаемые» давно вошел в литературу и сознание людей.

Наиболее часто среди полезных ископаемых называют нефть, газ, уголь, золото, алмазы, медь, никель и др. Выделяются группы **металлических**, **неметаллических** и **горючих** ископаемых. По их физическому состоянию они бывают твердые, жидкие и газообразные.

Полезные ископаемые распределяются в зависимости от горных пород, образовавшихся в определенных тектонических условиях. Например, нефть, газ и уголь залегают чаще всего в областях распространения осадочных пород; золото и алмазы — в областях с магматическими породами; каменная соль – в районах с соленосными пластами.

Скопления полезных ископаемых в одном месте образуют их залежи, проявления или даже месторождения. Разведанные и оцененные скопления полезных ископаемых считают месторождениями. Они могут

Золото было известно как драгоценный металл с IV тыс. до н. э.



Его ценили древние шумеры, египтяне, ацтеки, инки, майя, греки и римляне. У некоторых народов золото первоначально было объектом культа, а потом стало использоваться в качестве денег.



Золотые самородки из Калифорнии.

Поиски камней-самоцветов древними старателями.





Сросток кристаллов платины.



Самородок платины весом 85 г.

Самородное серебро.
Один из старейших и известных драгоценных металлов.
Издавна использовался в качестве денег.
Сегодня находит применение в фотографии, электронике и медицине.



иметь как промышленное, так и непромышленное значение. Промышленными называют те месторождения, разработка которых в данное время экономически выгодна и целесообразна.■

Металлические полезные ископаемые в недрах Земли — это железо, марганец, хром, золото, серебро, цинк, медь, олово и другие металлы. Все они являются твердыми ископаемыми, хотя среди них есть и исключения. К ним, например, относится самородная ртуть в виде жидких капель или даже маленьких ртутных озер.

Руды черных металлов (железные, марганцевые, хромитовые) часто встречаются в древних метаморфических породах, где они бывают представлены магнитным железняком, железистыми кварцитами, гематитом и др. Железистые кварциты образуют иногда очень крупные месторождения (Курская магнитная аномалия и т. п.). Железистые кварциты в центре Русской равнины образовались около 700 млн. лет назад в результате метаморфизма осадочных пород. С древними осадочными породами связаны и месторождения марганца, образовавшиеся первоначально на дне морских заливов.

В группе цветных металлов особое место занимают золото, серебро и платина. Они мало изменяются со временем, необыкновенно устойчивы к химическим преобразованиям, не растворимы большинством кислот. Золото, серебро и платину выделяют в качестве драгоценных металлов. Золото встречается там, где на поверхности обнажаются древние граниты и вулканические породы. В таких местах земная кора в прошлом была весьма активной, и в ней неоднократно возникали участки сжатия и расширения горных пород, а по трещинам вверх поднимались раскаленные магмы, создавая рудные тела. Золото и платина — минералы, обладающие большой плотностью (золото – 19 — 19,5 г/см^3; платина — 21 г/см^3), благодаря чему реки, размывающие скопления ценных минералов, не могут далеко переносить их частицы. Таким образом, недалеко от рудных месторождений образуются россыпные месторождения, или россыпи.■

В группе неметаллических полезных ископаемых выделяют горно-химическое сырье (апатит, фосфорит, соль, сера), огнеупорное сырье (глина, кварцит, магнезит), электрохимическое и изоляционное сырье (слюда, флюорит, корунд, пьезооптический кварц), разнообразные строительные материалы (песок, глина, щебень, галька). Самое распространенное полезное ископаемое в этой группе — каменная соль. Она образуется в результате выпаривания соленых вод в жарких условиях.

Флюорит в кварце.



Месторождения каменной соли обычно образуются в древних прогибах, которые заливались морскими водами. В угольном Донбассе, например, соль «моложе», чем уголь. Ей всего 200 – 210 млн. лет, и образовалась она в древней лагуне пермского периода, когда здесь был жаркий и сухой климат. Однако самая большая кладовая соли находится в Северном Прикаспии. Разбросанные на этой огромной равнине поло-

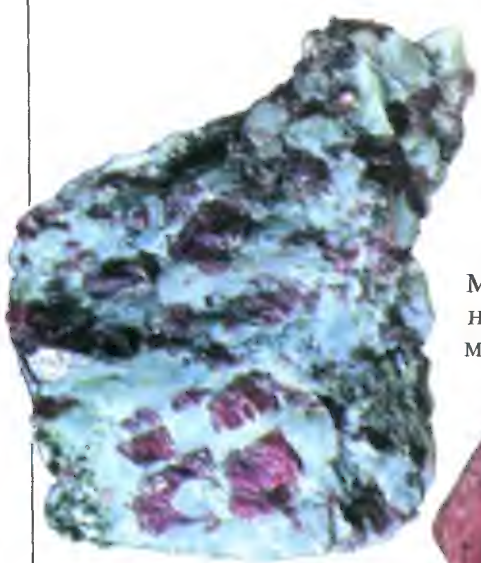
гие низкие холмы почти целиком сложены каменной солью. Здесь ее около 1500 млрд. т. Плотность соли – около 2,2 г/см^3. Она отличается одновременно хрупкостью и текучестью. Геологические исследования показали, что соль в Прикаспии залегает в виде крупных куполов, верхние части которых достигают поверхности, а нижние располагаются на глубине 8 — 9 км. Соляные купола в разрезе представляют собой как бы застывшие всплески гигантских капель воды внутри пластов песчаников и глин. Форма куполов различна — от наковальни до цилиндра; площадь куполов – сотни квадратных километров. Всего же в этом районе Земли насчитывается более 1300 куполов, возраст которых почти 250 млн. лет. Главными причинами образования соляных куполов геологи считают наличие соленосных глин, постоянное прогибание впадин, что вызывает накопление осадков и в связи с этим увеличение давления на соленосные пласты, а также способность соли «течь» под давлением от одного места к другому, в том числе выдавливаться вверх к поверхности Земли.



Кристалл алмаза.

Другое неметаллическое ископаемое — алмазы. По своему химическому составу алмаз близок к графиту, однако условия образования его иные. Представим себе трубку овального сечения, уходящую на глубину 80 — 100 км. Трубка проникает сквозь осадочный и гранито-гнейсовый слои. Ее внутренняя часть заполнена кимберлитами — брекчиями основного состава, возникшими при чрезвычайно сильном давлении и высокой температуре. Миллионы лет назад давление и температура в трубке резко менялись, приобретая часто характер взрыва (отсюда пошло название **«трубки взрыва»**). Температура образования алмазов при таких взрывах составляла около 1300 — 1500°С, а давление – не ниже 50 тыс. атмосфер. В кимберлитах находят обломки эклогитов — пород верхней мантии, что указывает на проникновение «трубки взрыва» глубже нижней границы литосферы. Наиболее крупные «трубки взрыва» достигают в поперечнике 1 км. В них и содержатся алмазы. Алмазоносные «трубки взрыва» известны сейчас в Африке, Австралии, Индии, Якутии, на севере Русской равнины и в других регионах. Алмазы широко используются в технике и ювелирной промышленности.

Рубин в породе из Норвегии.



К неметаллическим полезным ископаемым относятся минералы из группы самоцветов (изумруд, сапфир, аметист, рубин и др.). Они встречаются редко и широко используются в ювелирном деле.■

Горючие полезные ископаемые – это каменный уголь, торф, нефть, газ. Каменный уголь находят в месторождениях на всех материках.



Фрагмент кристалла из Бирмы.



Октаэдр алмаза в кимберлите.

При погружениях одной из исследовательских подводных лодок на Восточно-Тихоокеанском поднятии ученые обнаружили на дне Тихого океана низкие холмы, в центре которых располагались отверстия — жерла, откуда постоянно поступала сильно минерализованная вода с твердыми частицами. Температура воды составляла +375° С. Очертания холмов напоминали пологие конусы со столбами на их вершинах. Высота холмов достигала 20 м, а диаметр основания столбов — 5 м. Холмы протянулись цепочкой более чем на 1,5 км и были сложены пористыми породами красного, коричневого, оранжевого и серого цветов с крупными обломками вулканического стекла. Некоторые из обломков представляли собой трубочки диаметром примерно 0,5 — 3 см. В разрезе трубочек были обнаружены опал, пирит, сфалерит, гидроксиды железа, золото, серебро, платина.

Возраст рудных столбов, насаженных на широкое основание из пород, составлял 300 — 700 тыс. лет. Над жерлами иногда поднимались облака «дыма» — раствора, насыщенного очень мелкими частицами молочно-белого цвета. За секунду изливалось около 7 — 10 л раствора. Такие явления получили название «белые курильщики». В других же местах океана холмы имели черный цвет, на фоне которого ярко выделялись оранжевые жерла с изливающимися растворами. Здесь поднимался черный «дым» до высоты 300 — 400 м. Это «черные курильщики».■

Его происхождение связано с последовательным накоплением торфа, который под давлением и в результате химических процессов превратился в бурый уголь, а затем, когда в пласте температура и давление повысились, в антрацит. Однако последний этап не всегда завершался накоплением угля, поэтому месторождения бурого угля иногда соседствуют с месторождениями каменного угля. В антраците – около 95% углерода, в буром угле — его 70%, а в торфе — 50 — 65%. Торф обычно накапливался на поверхности заболоченных равнин в умеренных климатических условиях. Хорошо известны угольные месторождения Донбасса, Урала, Воркуты, Подмосковья, Восточной Сибири и Приморья.

Нефть и газ также относятся к горючим ископаемым. Они, как правило, залегают в недрах обширных равнин или крупных тектонических прогибов, на месте существовавших здесь когда-то дельт крупных рек. На Русской равнине накопление речного ила и песка происходило в прошлом на прибрежных низменностях. Растительные остатки и планктон при участии бактерий насыщали отложения органическим веществом, в результате биохимического превращения которого сначала появлялись капельки нефти, а затем и целые нефтеносные слои. Тектонические движения земной коры в таких регионах создавали складки горных пород — ловушки для накопления нефти и газа. Одно из самых крупных в мире месторождений нефти в Персидском заливе обязано дельтовым и устьевым участкам рек Тигра и Евфрата, существовавшим еще 70 — 90 млн. лет назад.

Нефтяные залежи образовывались в последние 600 — 900 млн. лет и сейчас иногда встречаются в очень древних горных породах. В них нефть заполняет трещины и поры, а также пустоты выщелачивания.■



Поиски и разведка месторождений алмазов в так называемых «трубках взрыва» привели геологов к мысли о необходимости изучать эти трубки в качестве природных скважин, которые исходят из верхней мантии Земли и пронизывают земную кору.■

Торф. Образуется из растений, разложению и гниению которых препятствует отсутствие доступа воздуха.





Каменный уголь.

«Большая дыра» в Южной Африке на месте алмазной шахты XIX в.

Кристаллы алмаза. Поперечник самого крупного из них составляет 11 мм.



Рельеф Земли

«Спокойная» жизнь каменной оболочки Земли заканчивается, как только она соприкасается с водой или газами. Тогда на земной поверхности происходят удивительные превращения горных пород и минералов, наблюдаются явления, которые в глубоких недрах просто не могут возникнуть.

Рельеф Земли — это сочетание разнообразных неровностей поверхности, как больших, так и маленьких, возникших в результате деятельности внешних и внутренних сил. Важную роль в образовании рельефа играют тектонические движения, сила тяжести, плотность и состав горных пород, деятельность вулканов и текучих вод.

Грозные силы природы, приводя в движение прочнейшие скальные массивы, как разрушают их до основания, так и создают новые горы, впадины, ущелья и долины. Даже на дне океанов возникают огромные равнины, которые со временем покрываются илом и крупными обломками. Происходит это довольно медленно, и всей человеческой жизни не хватит, чтобы заметить изменения поверхности. Она как будто дышит — то поднимается, то опускается, по ней пробегают волны, она лопается от возникших напряжений.

На поверхности планеты происходит циркуляция воды (из атмосферы на сушу и далее в океан), воздушных масс, смена растительного покрова и миграция животных, перемещение крупных обломков и мельчайшей пыли. Все это ученые считают процессом обмена веществом и энергией, который приводит к образованию рыхлых осадков, а вместе с тем к формированию рельефа, т. е. к процессу **морфолитогенеза**. Даже если несколько песчинок передвинутся ветром или водой на небольшое расстояние, на поверхности появится маленькая ямка или бугорок.

Однако **морфолитогенетический анализ** выявляет только часть связей между рельефом, атмосферой и природными водами. Другую часть связей показывает **морфоструктурный анализ**.



Изучением рельефа Земли занимается наука геоморфология. Ее название произошло от греческих слов geo – Земля, morphe – форма, logos – учение. Геоморфология – наука о строении, размещении и истории развития рельефа суши и дна океанов. Она возникла на стыке наук географии и геологии, вобрав в себя методы той и другой, создав новую методику исследований Земли. Геоморфология объединила изучение процессов образования неровностей планеты и их разрушения.■



Обрывистые склоны гор на острове Мадагаскар.

Возраст рельефа определить гораздо сложнее, чем горных пород и минералов, поскольку, в отличие от горных пород, его развитие продолжается и сейчас.

Что же осталось от древнего рельефа? Если мы зададим себе такой вопрос, глядя на рельеф Подмосковья, то станет ясно, что он мог возникнуть только после того, как эти районы покинул последний ледник (т. е. около 220 тыс. лет назад), и после того, как реки успели сформировать свои долины (т. е. около 90 – 110 тыс. лет назад). За эти десятки тысяч лет от древнего рельефа сохранилось главное – неглубокие долины рек, сглаженные рыхлыми отложениями.■

Древнее «корыто» бывшей ледниковой долины в Пиренеях.

Морфоструктурами называют геологические структуры, выраженные в современном рельефе. Самыми крупными морфоструктурами на Земле являются **материки** и **океаны**. Они относятся к планетарным морфоструктурам, внутри которых находятся **горные пояса**, **плоскогорья** и **равнины**, **подводные хребты** и **котловины**, отличающиеся строением земной коры, видом и скоростью тектонических движений, степенью участия других факторов в их образовании. Таким образом, планетарные морфоструктуры состоят из менее крупных региональных морфоструктур.■

Рельеф крупных регионов формировался многие миллионы лет. На местах древних платформ на поверхность обычно выходит кристаллический фундамент, сложенный гнейсами, гранитами, сланцами и песчаниками. Такой фундамент служит для рельефа основанием, цоколем, а равнины, сложенные этими породами, получили название **цокольных равнин**. В России их можно встретить в Карелии, на Кольском полуострове, на севере Сибири.

Равнины на древних платформах и щитах появились сотни миллионов лет назад. Цокольные равнины, например, относятся к палеозойскому периоду. Планетарный рельеф тесно связан с наиболее крупными морфоструктурами Земли.

Региональные морфоструктуры возникли несколько позже планетарных. В их развитии участвовали тектонические движения, а на их фоне происходили процессы дробления пород, перемещения верхних горизонтов литосферы и др.

Морфоструктурный анализ используется при изучении крупных форм рельефа, сложенных разными породами; тектонических движений, обусловивших появление крупных форм рельефа; разрывных нарушений — разломов, ограничивающих морфоструктуры.■

Если говорить о возрасте рельефа крупных горных поясов, то очевидно, что возраст их не менее 200 млн. лет; если же речь пойдет, например, о возрасте Кавказских гор, то он будет составлять 80 – 90 млн. лет. В обоих случаях для определения возраста рельефа нужно знать начало появления самых крупных и характерных его форм. В горных областях это образование не только хребтов, но и межгорных впадин.

Часто для определения времени начала разделения рельефа на холмы и возвышенности, горы и впадины в качестве начальной точки отсчета принимают возраст одной из древних **поверхностей выравнивания**. Так называют существовавшую в прошлом на многих материках волнистую, слабо расчлененную эрозией равнину.

Начало эрозионного разделения равнины – точка отсчета для определения возраста рельефа.

Возраст рельефа – время, прошедшее с момента образования его современного облика. Оно измеряется в едином масштабе времени – в годах, сотнях, тысячах, миллионах лет, хотя часто используют диапазоны времени, называя рельеф мезозойским, неоген-четвертичным, позднеплейстоценовым и др.■



Горные склоны Аляски.

История рельефа Земли насчитывает миллиарды лет. Изучение самых древних горных пород – гнейсов и сланцев протерозойского возраста (2 – 3 млрд. лет назад) показало, что уже в то время существовали низкие горы, по склонам которых текли реки, а вершины кое-где были покрыты небольшими ледниками. С гор на заболоченные равнины сносились щебень и песок, неглубокие моря обрамляли континенты и острова. Самые древние из известных науке речных отложений принадлежат к раннему протерозою, с ними же связаны самые древние россыпные месторождения золота. В эту невообразимо далекую эпоху на суше вследствие резкого и длительного иссушения климата периодически возникали эоловые пустыни.■



Формы разрушения горных склонов на севере Канады.

Внутренние и внешние источники энергии Земли

Как внутри Земли, так и на ее поверхности происходят процессы, которые определяют формирование рельефа.

Каждому региону на Земле, на суше и на дне океана свойствен собственный тектонический режим, определяющий развитие рельефа. Эндогенный фактор образования рельефа включает тектонические, сейсмические и вулканические явления. До глубины 400 — 700 км прослеживаются особенно крупные разрывные нарушения, гипоцентры землетрясений, магматические очаги, с которыми связаны вулканические процессы. На этих глубинах происходят переходы вещества из твердого состояния в пластичное и даже жидкое (и обратно), разогревание и плавление его в результате радиоактивного распада, гравитационная и химическая дифференциация веществ.

Эндогенные процессы (от греч. endon – внутри и genes – рожденный) бывают как активными и длительными, например в вулканических поясах, так и импульсивными.

Внешние процессы, называемые **экзогенные** (от греч. exo – вне и genes – рожденный), протекают на поверхности литосферы благодаря воздействию солнечной энергии, силе тяжести, физико-химическим изменениям горных пород и осадков, перемещению веществ из недр Земли в вертикальном и горизонтальном направлениях. Накопление осадков на дне морей и океанов, перемещение рыхлого материала на суше — также результат экзогенных процессов.■

Основной источник энергии внешних сил планеты — это солнечная энергия. Из нее на экзогенные процессы расходуется около 60%, остальная часть возвращается во внеземное пространство. Солнечная энергия поглощается Мировым океаном. Это определяет высокую степень подвижности его вод: течений, вихрей и др. Но и суше достается значительная доля энергии, которая не только расходуется, но и идет на накопление, уплотнение и преобразование осадков и минералов. Немалая часть ее со-



А вот как описаны экзогенные процессы в сказке С. Лагерлеф «Чудесное путешествие Нильса с дикими гусями». Хотя, скорее всего, автор и не подозревал, что эти процессы так называются.

«Давно уже в этих местах между Землей и Морем шел нескончаемый спор. Вдали от берега у Земли только и было забот, что о картофеле, об овсе и о репе. Про Море она и не думала. И вдруг узкий и длинный залив, как ножом, разрезал Землю. Земля отгородилась от него березой и ольхой и снова занялась своими обычными делами...

Но вот еще один залив рассек Землю. Земля и на этот раз окружила его деревьями, словно это был не морской залив, а обыкновенное пресное озеро.



А заливы бороздили уже весь берег. Они ширились, вторгались в самую середину лесов и полей, дробили Землю на мелкие кусочки.

Море хотело захватить Землю. Земля хотела оттеснить Море.

Земля подбиралась к Морю отлогими зелеными холмами. Но Море выбрасывало ей навстречу песок и складывало у берега сыпучие горы.

— Не пущу! — говорило Море.

— Не сдамся! — говорила Земля.

И она поднималась перед Морем отвесной скалистой стеной.

Тогда Море начинало яростно биться. Оно шумело и пенилось, оно кидалось на утесы так, словно хотело растерзать на части всю Землю.

При отливах море отступает, оставляя за собой обширные лагуны.

Но Земля пускалась на хитрости. Она выставляла заслон из множества островов — шхер. Они держались крепко, как солдаты в строю. В первой шеренге стояли самые заслуженные старые бойцы. На них давно и травинки не осталось: свирепые волны срывали с них даже водоросли — из пены поднимались только камни, источенные глубокими морщинами. Море перекатывалось через них, шло на приступ дальше. Но все новые и новые защитники вставали на его пути. И Море билось с ними, постепенно истощая свою ярость. А когда добиралось наконец до Земли, у него уже не было сил, и оно мирно плескалось у зеленых островков». ■

Модель «первичных океанов» возникла из предположения о существовании на Земле в самые первые эпохи ее развития тонкого слоя воды, когда материков вообще еще не было. На «лунной стадии» развития Земли при повсеместном вулканизме слоя воды, покрывавшего весь земной шар, также быть не могло. Поэтому первые моря и океаны Земли были мелководны и совершенно не походили на современные. ■

С яростью море бросается на сушу.

храняется в биосфере Земли. Помимо солнечной энергии на создание форм рельефа расходуется энергия падающих на Землю космических тел — метеоритов. Нетрудно заметить, что у эндогенных и экзогенных процессов имеются общие источники энергии: солнечное излучение, вращение планеты и физико-химические превращения вещества. Однако экзогенные процессы теснее связаны с географическими и прежде всего с ландшафтно-климатическими условиями. Для каждого ландшафтного пояса характерны свои действующие экзогенные процессы. Установлено, что главным фактором в распределении и свойствах экзогенных процессов является непосредственное соотношение тепла и влаги. Это энергетическая основа многих географических процессов на поверхности Земли, в том числе процессов образования рельефа. Распределение тепла и влаги на поверхности планеты никогда не было постоянным. Это зависело от величины угла наклона оси вращения планеты, которая менялась от 15 – 20° до 30 – 40°. Сейчас этот угол составляет около 27°. ■

На проблему происхождения и развития рельефа суши и дна морей ученые смотрят по-разному. Одни полагают, что океаны возникли одновременно с появлением планеты. Однако они постоянно сокращают свою площадь, поскольку идет рост континентов. Другие считают, что океаны возникли при разрыве и дрейфе первичных материков, когда пространство между ними стало заполняться водой. Третьи предполагают, что океаны возникли на месте существовавших некогда континентов в результате «океанизации» Земли. ■



Разрушение берегов волнами называется абразией. В этом процессе активное участие принимают шторма.



ЭНДОГЕННЫЕ И ЭНДО-ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЯ

Энергия, сосредоточенная в недрах Земли, влияет на появление самых крупных неровностей на ее поверхности. Однако строгую границу между эндогенными и экзогенными процессами рельефообразования провести невозможно. К тому же эндогенные превращения вещества и динамика земной коры сказываются на появлении и развитии рельефа далеко не всегда. Особенности верхней мантии слабо отражены в планетарном рельефе, не говоря уже о рельефе небольших горных областей или целых материков. Многие геологические и тектонические структуры и рельеф на равнинах и плоскогорьях едва различаются между собой.



Сквозь каменные завалы пробивается река.

Облик рельефа, обусловленного эндогенными процессами, может быть различным и зависит прежде всего от внутреннего строения территории. Платформенные тектонические структуры земной коры имеют в своем основании кристаллический фундамент, который либо выступает на поверхность, либо скрыт под толщей осадочных пород. Умеренный тектонический режим платформ не приводит к созданию контрастного рельефа. Поэтому в рельефе прослеживаются невысокие глыбовые горы и нагорья, цокольные и пластовые равнины, а также плато. Антиклиналии и синклиналии редко бывают выражены в крупных формах рельефа. Сильная раздробленность горных пород в зонах разломов и податливость таких участков к размыву текучими водами приводят к появлению здесь сначала небольших эрозионных рытвин, а впоследствии речных долин. Значительные тектонические подвижки в земной коре ведут к образованию орогенов (от греч. oros — гора и genes — рождение) — горных сооружений, возникших на месте бывшей геосинклиналии, либо на платформе.

В рельефе извержение вулкана всегда проявляется быстро. Например, извержение вулкана Стромболи (недалеко от Италии) в 1930 г. началось с того, что незадолго до взрыва весь остров, на котором расположен вулкан, поднялся почти на метр, а потом снова опустился. В результате на море возникли волны высотой более 2 м. Затем произошел выброс пепловой тучи, а через 1,5 часа раздались два мощных взрыва, и огромная масса обломков поднялась на высоту 2,5 км. Глыбы весом до 30 т были отброшены на несколько километров, после чего начались выбросы раскаленного шлака и пепла. Взвесь из пепла и обломков вместе с горячими газами образовала раскаленную лаву, температура которой доходила до 700°.■

Движения, формировавшие рельеф Земли многие тысячи и миллионы лет назад, было бы очень трудно представить и понять, если бы человек не наблюдал движения поверхности, которые происходили буквально на его глазах. Так, в течение 1978 – 1983 гг. велось наблюдение за распространением «волны» тектонических напряжений в северной Евразии с востока на запад. Прохождение фронта такой «волны» в районе города Южно-Сахалинска сопровождалось в течение недели подъемом уровня грунтовых вод, извержениями грязевых вулканов, сжатием поверхности, изменениями аномалий силы тяжести. Скорость движения «волны» была незначительной и составила примерно 5,5 м в сутки.■



Смятие в складки толщ горных пород, появление блоков и глыб, разбитых разломами, вулканизм и землетрясения — обычные признаки орогена. Так возникли горные страны (Альпы, Карпаты, Кавказ) и горные пояса (например, Альпийско-Гималайский). Расположение подвижных горных поясов во многом определено первичными активными тектоническими зонами, куда входят и системы планетарных разломов земной коры. Этим объясняется длительное существование Андийско-Кордильерского, Альпийско-Гималайского и других горных поясов.

Наиболее крупные формы рельефа на дне океанов также созданы эндогенными силами. К ним относятся глубоководные котловины, срединно-океанические и вулканические хребты, рифтовые долины и грабены на месте трансформных разломов.

Для того чтобы понять роль эндогенных процессов, необходимо знать продолжительность их деятельности и скорости самих процессов. Период времени с особенно интенсивными тектоническими движениями земной поверхности геологи называют **периодом тектонической активизации**. В истории Земли их было много, и каждый продолжался от 15 до 20 млн. лет.

В последние 100 лет скорости поднятий поверхности в разных регионах Земли неодинаковы: от 0,05 до 12 мм в год. При этом, например, скорость горообразования колеблется от 0,01 до 1 мм в год.

Самыми быстрыми являются эндогенные процессы, связанные с сейсмическими подвижками. Они обладают скоростью до нескольких метров в секунду, но длятся недолго. Помимо эндогенных процессов существуют промежуточные, **эндо-экзогенные процессы** рельефообразования. Среди них первое место занимает **вулканизм**. Вулканический процесс состоит из двух частей. Глубинный разогрев и истечение магмы по каналам в толще земной коры — эндогенный процесс в «чистом» виде. Но соприкосновение лавы при извержении вулкана с воздухом и водой на поверхности Земли вызывает появление лавовых потоков, озер, пепловых равнин – всего того, что в недрах Земли образоваться не может.■



Вулканы на Гавайских островах извергаются почти ежедневно.

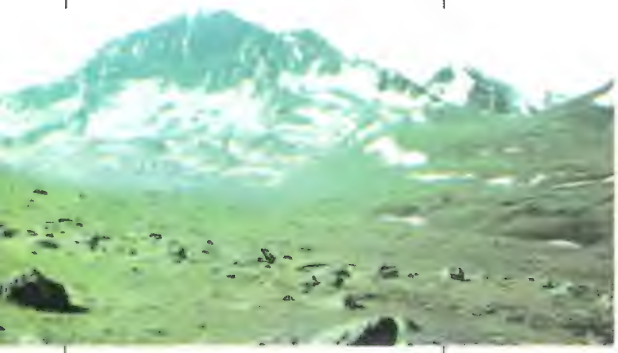


Поток раскаленной лавы ярко светится в темноте.

В высоких горах острые гребни чередуются с глубокими ущельями.



Когда самолет заходит на посадку в столице Эквадора городе Кито, в иллюминатор можно увидеть величественные конусы вулканов. Внизу же расстилается холмистая равнина с квадратиками полей, селениями. Между вулканическими хребтами Оксиденталь (с востока) и Реаль (с запада) тянется более чем на 500 км широкая, до 40 км в поперечнике, полоса возвышенных равнин.



Дремлющие вулканы иногда неожиданно «просыпаются».

Эти равнины располагаются на значительной высоте (2800 – 3400 м). Обрамляющие их вулканы – в основном действующие. Они создают впечатление аллеи. Человек издавна селился в этой аллее, о чем свидетельствуют остатки крепостей инков. Поверхность равнин, по сведениям геологов, образовалась 4 – 5 млн. лет назад на месте тектонических провалов, постепенно заполнявшихся вулканическим пеплом, песком, щебнем, к которым примешивались речные и озерные отложения. Поэтому геологический разрез похож на «слоеный пирог» из чередующихся рыхлых и плотных глин, суглинков, песков, крупных обломков.■

Результатом эндо-экзогенной деятельности вулканов являются прежде всего вулканические и шлаковые конусы. Наиболее типичны в вулканических областях **стратовулканы**. Они имеют вид усеченного конуса с вогнутыми склонами. Привершинная часть конуса заканчивается **кальдерой**, или **кратером**. В Курило-Камчатской зоне таких вулканов за последние 40 лет возникло около двух десятков.■

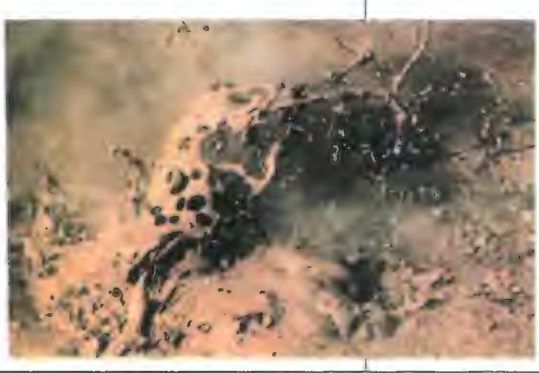
Разнообразие видов вулканизма часто определяется составом и степенью вязкости магматического вещества. Так, у Этны и Везувия подвижные лавы образуют волнистые равнины. Бывают лавы в виде скрученных канатов. При небольших скоростях движения лавы на фоне волн видны участки с плитовидной поверхностью, пустоты в виде туннелей. Глыбовые равнины обычно образованы более вязкими лавами. При короблении лавового потока возникают трещины, обусловливающие дробление на глыбы и блоки поперечником в несколько метров.

Еще одна форма рельефа, образующаяся при извержениях вулканов, — **купола**. Разрушение вулканических конусов происходит довольно быстро. Пепловые равнины разрушаются за сотни — тысячи лет, конусы стратовулканов — за 4 — 10 тыс. лет; шлаковые конусы — за несколько тысяч лет. Исключение составляют лавовые плато, которые существуют несколько миллионов лет.■



Увеличение внутрипластового давления в недрах осадочных пород приводит к «извержению» потоков полужидкого обломочного материала на поверхность и образованию низких (до 400 м) усеченных конусов, похожих на щитовые вулканы. В природе встречаются надводные и подводные **грязевые вулканы**. Грязевая равнина у подножия вулканов обычно отличается холмисто-западинным рельефом.

Грязевые вулканы распространены в тех областях, где наблюдаются мощные толщи рыхлых отложений и отмечаются активные движения земной коры. Поэтому значительная часть грязевых вулканов встречается в Альпийско-Гималайском и Андийско-Кордильерском горных поясах. Особенно много, около 170, действующих грязевых вулканов в Азербайджане, где есть наземные, подводные и даже погребенные вулканы. Происхождение многих островов Бакинского и Апшеронского архипелагов связано с грязевым вулканизмом. Под действием огромного давления газов и воды морское дно нередко приподнимаются на 5 — 10 м, а площадь таких поднятий достигает 8 га. Интересно, что в этом районе Альпийско-Гималайского горного пояса в периоды снижения уровня Каспийского моря грязевой вулканизм усиливается, а при подъеме морских вод — стихает. Другая область, где извергаются грязевые вулканы, находится на северо-западе Куринской впадины, вблизи границы



Грязевые вулканчики.

Еще одна область грязевого вулканизма обнаружена российскими океанологами на дне Средиземного моря, к югу от острова Крит. Эти вулканы, наиболее древние из грязевых, возникли около 80 тыс. лет назад. Среди грязевых отложений, однако, встречены осадки, образовавшиеся всего 7 тыс. лет назад. Это свидетельствует о непрекращающейся деятельности грязевых вулканов на протяжении многих десятков тысяч лет. Материал грязевых извержений, который называют сопочной брекчией, представлен здесь скоплениями глинистых масс с многочисленными включениями слабоокругленных обломков.■

Одно из последних наблюдаемых людьми падений космических тел – падение в мае 1990 г. метеорита в Башкирии, примерно в 20 км к западу от города Стерлитамака. Здесь на хлебное поле упал небольшой метеорит, который двигался с юга на север под углом 40° к горизонту и был виден в полете 8 секунд. При ударе о землю произошел взрыв и образовалась воронка диаметром 10 м и глубиной 5 м. Она была окружена валом, сложенным раздробленной породой; высота вала – 1 м. При первом осмотре места падения ученые смогли собрать 10 кг осколков космического тела. Часть их имела уплощенную форму; на некоторых виднелась черная и фиолетово-синяя корка – результат плавления вещества. Впоследствии выяснилось, что большие обломки метеорита залегали под дном воронки, на глубине 12 м удалось откопать самый большой обломок метеорита весом 315 кг. По этим показателям ученые предположили, что первоначальный вес метеорита составлял 1200 кг, а в поперечнике он имел около 1,5 м. По своему составу стерлитамакский метеорит относился к категории «железных» метеоритов, поскольку в его обломках содержалось до 90% железа.■

Азербайджана и Грузии. Здесь насчитывается около 20 вулканов. За период с 1810 по 1839 г. тут произошло 7 извержений, с 1839 по 1868 г. — 20 извержений, с 1868 по 1906 г. — 24 извержения.

Грязевые вулканы действуют на дне Черного моря, к югу от Крымского полуострова. Их насчитывается более десятка.■

Помимо вулканизма к эндо-экзогенным процессам относятся **ударно-взрывные процессы**. Они связаны с падением на Землю крупных метеоритов. Наряду с едва видимой пылью на поверхность планеты падают и крупные космические тела, вызывающие появление огромных кратеров и котловин. Первая стадия – столкновение метеорита с Землей. Эта стадия может считаться экзогенной. Но через доли секунды создается не только рельеф, но и горная порода. Эта стадия может считаться эндогенной.

Поверхность Земли сохранила до наших дней многие сотни «звездных ран», их часто называют метеоритные кратеры. При этом остались, конечно, самые большие кратеры. Об этом можно судить по диаметру кратеров. Аризонский кратер в Северной Америке достигает в поперечнике 1200 м, Госез-Блаф в Австралии — 4000 м, Нордлингер-Рис в Германии — 24 000 м, Болтышский на Украине — 25 000 м, Карский — 60 000 м. Встречаются также гигантские кратеры, диаметр которых превышает сотни километров. Их называют **астроблемами**. Попигайская астроблема на севере Сибири имеет диаметр более 100 км, Приаральская — 700 км.

На Украине найдены следы падения очень крупного каменного метеорита, которое произошло около 100 млн. лет назад. Диаметр кольцевого вала по окраине кратера составил около 4 км, а энергия, выделившаяся при ударе о землю, такая же, как при взрыве 120-мегатонной ядерной бомбы. При ударе горные породы были разрушены до глубины 100 м.

Столкновение метеорита с поверхностью Земли происходит со скоростью около 16 км/с, кратер образуется в несколько фаз. Первая — фаза сжатия, в течение которой космическое тело испытывает торможение в толще горных пород. Это длится несколько секунд. Вторая фаза — образование кратера. Третья фаза — трансформация кратера и заполнение его обломками.■



Аризонский метеоритный кратер.

Внешние силы и экзогенный рельеф Земли

Естественно, что экзогенные процессы изучены лучше, чем эндогенные. А потому ученые имеют более четкие представления о роли экзогенных процессов в образовании и развитии рельефа.

Развитие земной поверхности обязательно происходит с перемещением обломочного материала. На равнинах и в горах обломочный материал движется сверху вниз. Начинается этот процесс с подготовки обломочного материала к движению.

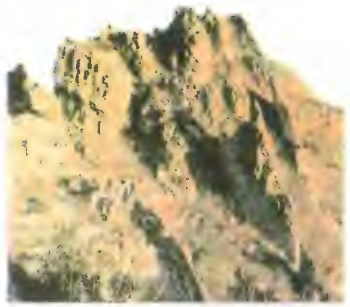
К самой важной форме преобразования горных пород на суше относится **выветривание пород** и **формирование элювия**. Выветривание — процесс разрушения и преобразования минеральной части горной породы, ее химического и физического состава. Выветривание минералов разделяют на физическое (механическое) и химическое. В последнее включают биохимические процессы.

Физическим выветриванием горных пород и минералов называют процесс разрушения их на обломки разной величины. Днем в ясную погоду солнце сильно нагревает поверхность скал, особенно тех, которые имеют темный цвет. Скалы нагреваются даже в условиях Антарктиды. Здесь отмечены случаи, когда поверхность черных базальтов нагревалась под лучами солнца до +10... +12°С, при температуре воздуха —5°С. При нагревании горные породы и минералы расширяются, причем каждый из них обладает собственными свойствами (теплоемкостью) для такого расширения. При неравномерном расширении минералы оказывают разное давление друг на друга. В ночное время скалы охлаждаются и объемы пород и минералов сокращаются. Незаметные для глаза колебания объемов пород происходят ежедневно, что в конце концов изменяет плотность породы и постепенно разрушает ее. Особенно сильно физическое выветривание развито в областях с глубоким (более 1 м) промерзанием грунта. Замерзающая в узких трещинах породы вода превращается в лед, который, кристаллизуясь, механически раздвигает трещину.

Таким образом, основными агентами физического выветривания пород и минералов являются теплоемкость, колебания температуры, увлажнение, замерзание воды, кристаллизация солей в трещинах и на поверхности скал. Последний процесс иногда называют **солевым выветриванием**.

Химическое выветривание представляет собой процесс разложения минералов и горных пород водами, природными кислотами, кислородом, содержащимся в воздухе. Эти превращения вещества иногда приводят к уничтожению одних и возникновению других (вторичных) минералов.

Химическое разложение пород происходит при воздействии на них различных растворов и кислот. Они проникают в глубь земли по тонким трещинам во время дождя, изменяя по пути минералы. Похожий процесс наблюдается при проникновении корней растений, которые выделяют



Скалы при выветривании принимают самые причудливые очертания.

Поднимаясь по дороге на горный массив Витоша (окраина Софии), можно увидеть крупные, слабоокругленные глыбы, как ядра, впрессованные в песок. Приглядевшись, становится заметно, что песок, дресва и щебень сцементированы в плотную массу желтовато-серого цвета, с трудом поддающуюся даже удару геологического молотка. Следы перемещения этого мелкозема отсутствуют, а ядра покрыты тонкой корочкой отслоившихся обломков. Ученые относят подобные породы к сапролитам. Сапролит — гнилой камень, разновидность древней коры выветривания. Ядра в виде крупных валунов — это наименее выветрелая, а иногда и совершенно невыветрелая часть такой толщи. Мелкозем же вокруг ядер состоит из угловатых частичек кварца, полевых шпатов. Поверхность небольших глыб изъедена округлыми ячейками. Все это говорит о длительности выветривания первичной породы вулканического происхождения.■

Склоны гор, превращенные в лабиринты.



В сочетании с другими процессами выветривание и образование элювия приводят к образованию совершенно фантастического рельефа с пещерами, каньонами, колодцами. Поверхность скал в этих случаях напоминает кружево из округлых углублений, своеобразных ячеек, соединяющихся друг с другом. В сухих и жарких условиях контрасты ночных и дневных температур вызывают появление росы, вместе с которой в мелкие трещины горной породы проникают растворимые соли. Кристаллизуясь, они как бы раздвигают трещины. Ветер удаляет разрушенный материал, превращая этот участок в округлую впадинку на поверхности скалы.■

агрессивные кислоты, растворяющие окружающую породу. В этом участвуют и живые организмы, находящиеся в почвах. Дожди привносят в толщу пород азотнокислый аммоний, аммиачные соли, магниево-хлоридные соли. На химическое разложение горных пород особенно сильно влияют углекислоты. Насыщенная ею вода резко повышает растворимость всех минералов. Чем ниже температура воды, тем больше в ней углекислоты. Корни растений также выделяют кислоты, растворяющие породы и минералы. В результате на месте произрастания лишайников на поверхности скал иногда образуются небольшие углубления.

В умеренном поясе Земли и в поясе влажных тропиков наиболее быстро выветриваются основные породы — габбро, диабазы, базальты, содержащие мало кварца, но много оливина, авгита, которые быстро распадаются. Граниты во влажных тропиках часто превращаются в однородную глинистую массу. На севере же, наоборот, процессы химического выветривания замедляются, хотя и не прекращаются. В арктических пустынях полностью преобладает физическое выветривание.

Выветривание горных пород и минералов приводит к появлению вторичных минералов — гидрослюды, каолинита, серицита, галлуазита и др. Толща пород, в которой происходят эти преобразования, называется **корой выветривания**. Границы ее определяются глубиной проникновения атмосферных осадков и колебаниями температуры пород. В результате физического и химического выветривания горных пород образуется **элювий**. Элювий — продукт выветривания, состоящий из обломочного материала, образовавшийся на месте разрушения горных пород. Он представляет собой разновидность коры выветривания.■

Сапролит образуется при длительном выветривании горных пород в течение миллионов лет.



Процессы выветривания и образования элювия подготавливают обломки к перемещению и почвообразованию, чему способствует трещиноватость пород. Трещины, расположенные высоко, характеризуются сезонной увлажненностью, а те, которые низко, насыщены влагой постоянно. Все это создает условия для неравномерного разрушения пород. Маловодная зона может иметь толщину от нескольких сантиметров до 5 — 10 м. Сокращение такой зоны вызывает усиленный водообмен, выветривание коренных пород, разрушение их до очень мелких частиц. Неравномерность распределения обломков в рыхлых отложениях, в свою очередь, вызывает значительные боковые напряжения, что приводит к горизонтальному перемещению обломков. Правда, оно невелико и измеряется долями миллиметров. Различаются и формы залегания элювия. В нем могут присутствовать неслоистый щебнистый суглинок, шебнисто-глыбовый материал, трещины, заполненные песком или глиной, и др. Образование элювия длится тысячи и десятки тысяч лет.■



Прочные слои известняков напоминают ребра огромного животного.

Сверху вниз по склонам

В природе можно видеть, как по долинам рек тянутся полосы расчлененного рельефа, для которого характерна густая сеть рытвин, промоин, оврагов. Здесь же наблюдаются крутые склоны. Но немало мест, где склоны очень пологие. Они отличаются большой протяженностью, спокойной ровной поверхностью и покрыты лесом. Такие склоны иногда называют склоновыми шлейфами. Глядя на их спокойную и ровную поверхность, можно подумать, что тут уж ничего не движется. На самом деле процессы, которые здесь протекают, гораздо более сложные, чем на крутых склонах.



Сначала на крутых склонах возникают глубокие трещины, затем отделившиеся глыбы наклоняются и скатываются вниз к подножию склонов.

Самой распространенной формой медленного перемещения обломочного чехла является **крип** (от англ. creep — ползти). Это форма медленного движения всей толщи обломочного материала, закрывающего склоны, которое происходит при одновременном изменении объема грунтовой массы в результате колебаний ее температуры и влажности. На движение толщи влияет растительность и работа землероек.

Если выкопать яму (шурф), то в ее стенке можно увидеть отчетливые следы перемещения всей толщи обломков, т. е. обломочного чехла. В прошлом перемещение то возникало, то исчезало, изменяя скорость. В конечном счете именно оно превратило форму склона в пологий шлейф. Средние скорости перемещения обломочного чехла на нем колеблются от 0,02 до 0,9 мм в год. Глинистый чехол в зависимости от насыщения его влагой передвигается прерывисто.

Весной скорость движения достигает максимальных значений, сухим летом движение почти прекращается. На залесенных склонах, сложенных щебнистыми суглинками, ведущую роль в перемещении играет процесс медленного, или, как еще говорят – векового, движения обломков.

Описанные выше процессы называются **гравитационными**, к ним условно относятся прежде всего обвалы и оползни.



Река едва справляется с огромной массой обломков, накапливающихся на пологих склонах.

В Перу в 1970 г. произошло мощное землетрясение, которое началось с легкого покачивания поверхности, а превратилось в колебания со значительным ускорением. В результате на склоне горы Уаскаран высотой 6768 м произошел обвал скальных обломков, льда и глины.

Лавина объемом около 50 млн. м^3 прошла расстояние 15 км со скоростью около 400 км/ч. На своем пути она преодолела гребни невысоких гор. Обломки весом более 10 т были отброшены на несколько километров.

Крупные обвалы происходили и в прошлом, например обвал Тюбеле, перегородивший долину реки Баксан в Приэльбрусье. Примерно 20 тыс. лет назад с правой стороны долины сорвалась ледниково-скальная масса, пролетела на воздушной подушке над склоном и упала на дно долины. Высота вала составила 200 м. Перед ним образовалось



В Японии при двух тайфунах, вызвавших обильные ливни, интенсивность которых превысила критический порог в 300 мм в сутки, произошло массовое развитие обвальных и оползневых процессов. Ежегодные их объемы оцениваются в Альпах в $274 \cdot 10^6$ т, в Скандинавии — $23 \cdot 10^6$ т.■

В горных областях преобладают оползни-сплывы, но иногда бывают и необычные оползни-потоки, возникающие на поверхности обводненных тектонических разломов. Сползанию грунта способствует значительная обводненность тектонических нарушений. Скорости движения оползней резко возрастают после продолжительных весенних дождей.

Всплеск оползневой активности на морском побережье Болгарии и в предгорьях Родоп произошел в мае 1998 г. Проливные дожди обусловили появление крупных оползней и селей. Неподалеку от города Пловдива в долине реки Пырвенецка 10 — 11 мая 1998 г. начала перемещаться узкая и длинная полоса перенасыщенного водой грунта в форме потока. Поток захватил площадь 100 га, его «волны» достигали высоты до 5 м, рассеченные трещинами глубиной до 4 м. По форме оползень-поток напоминал ледник с резко очерченными краями. Вес оползневого тела составил 250 — 300 тыс. т, скорости движения — от 2 до 8 м в сутки.■



(В центре). Обвалы нередко перегораживают долины, создавая глубокие плотинные озера.

озеро глубиной около 50 м, которое позже было спущено при прорыве вала рекой.■

Причины формирования оползней на первый взгляд достаточно просты. При насыщении грунта водой происходит резкое увеличение его веса, а в результате потеря им устойчивости. Учеными установлена связь между оползневыми процессами и интенсивностью атмосферных осадков. Скорости движения грунта весьма различны и колеблются от нескольких сантиметров в сутки до нескольких метров в секунду.

Роль обвалов и оползней в развитии рельефа Земли значительна. Они возникают в разных природных зонах и нередко приобретают характер катастроф. Оползни часто происходят в Болгарии в долине Дуная, на побережье Черного моря, в горных районах Рила-Родопского массива. Морское побережье вблизи городов Бургас, Варна, Балчик отличается плейстоценовыми оползнями. Такие оползни могут двигаться в течение полутора месяцев. В районе города Балчик один из постоянно перемещающихся оползней ускорил свое движение до 1 м в сутки. На оползневых ступенях нередко можно видеть заболоченные озера, тянущиеся вдоль склонов на 1 — 2 км. Абразия берегов приводит к неустойчивости склонов, а в результате к оползням. К северу от мыса Калиакра подошва оползневых тел уходит на 15 — 20 м ниже уровня Черного моря. Это связано с более низким положением уровня Черного моря в ранние эпохи плейстоцена.



Жители Болгарии не раз имели дело с оползнями. А потому ими была сооружена дренажная сеть в виде колодцев и труб, предохраняющая грунт от перенасыщения водой. Тем не менее за несколько часов все было разрушено. К тому же оползневое тело было подрезано автомобильной дорогой, для безопасности которой была возведена железобетонная стенка. Оползень разрушил эту стенку и создал угрозу жилым домам.■



В сухом климате даже очень крутые склоны ущелий становятся устойчивыми и разрушаются чрезвычайно медленно.

Языки курумов нередко приобретают вид стекающих со склонов каменных ледников, или, как их чаще называют, — каменных глетчеров. Они движутся с достаточной скоростью, которую необходимо учитывать при строительстве линий электропередач, зданий.■

Река с трудом пробивается среди огромных глыб курума.



Каменные «реки» и «моря». Горные реки

Каменные «реки» и каменные «моря» часто встречаются в горных областях умеренного пояса и являются типичным компонентом местных ландшафтов. В Сибири их называют курумами. Под этим названием они вошли в научную литературу.

Курум — россыпь крупных обломков, перемещающихся сверху вниз по склону со средней скоростью 50 см в год. Процессы курумообразования обычны для гор, сложенных песчаниками, гранитами, базальтами и другими прочными породами. Часто курумы встречаются у подножий крутых скальных обрывов или в зонах тектонических нарушений земной коры. Внешне курум напоминает застывший каменный поток, у которого на поверхности видны волны из крупных обломков, а ложбины сложены мелкоземом. Его края обрамлены низкими валиками, состоящими из обломков средней величины.

Механизм движения курумов несложен. Обрушение у подножия горных пород приводит к накоплению обломков склона. При сносе часть крупных обломков разрушается до размеров щебня. Оказавшись на склоне, обломки быстро выветриваются. Например, в Карпатах всего за 5 — 6 лет крупный щебень распадается на мелкие обломки. Выветрелый мелкозем смывается с поверхности обломков и привносится в нижние горизонты курума, создавая нижний горизонт «смазки», по которому передвигаются крупные и средние по размерам глыбы. При этом обломки стираются до состояния песка.

Перемещение крупных глыб размером до нескольких метров происходит медленно и вызвано как гравитационными, так и мерзлотными процессами. О движении курумов свидетельствует неустойчивое положение покачивающихся глыб. Курумы, словно ледники, сползают с плоских вершин хребтов и нередко достигают дна долин.■

В суровых условиях Восточной Сибири языки курумов медленно сползают на дно долин.



«За сто семьдесят шесть лет Нижняя Миссисипи укоротилась на двести сорок две мили, т. е. в среднем примерно на милю и одну треть в год. Отсюда всякий спокойно рассуждающий человек, если только он не слепой и не совсем идиот, сможет усмотреть, что в древнюю силурийскую эпоху, которой в ноябре будущего года минет ровно миллион лет, Нижняя Миссисипи имела свыше миллиона трехсот тысяч миль в длину и тянулась через Мексиканский залив наподобие удочки. Исходя из тех же данных, каждый легко поймет, что через семьсот сорок два года Нижняя Миссисипи будет иметь только одну и три четверти мили в длину...» (*Марк Твен* «Жизнь на Миссисипи».)■

По данным известного исследователя каменных глетчеров **А. П. Горбунова**, самые крупные глетчеры в горах Тянь-Шаня достигают длины 3,5 км, при ширине – 1 км. Необычно велика толщина обломочного чехла таких форм рельефа, она составляет часто несколько сот метров. В Саянах встречены каменные глетчеры с мощностью обломочной толщи в 125 м, а в Перуанских Андах – до 300 м.■



Речная долина в горах на севере Хабаровского края.

Пышная растительность часто скрывает сложный рельеф на дне долины.

Реки и речные долины всегда были предметом особого внимания исследователей и строителей: здесь селились люди, строились жилища, прокладывались дороги. Еще в 1899 г. профессор А. Зупан отмечал, что процесс образования горной долины – длительный и прерывистый. Долина формируется в течение миллионов лет, причем ее разные части развиваются неодинаково. «Горные ручьи, вырывающиеся из крутых боковых долин, откладывают почти весь приносимый ими материал в форме конусов выноса при входе в более пологую главную долину. Притоки, доносящие взвешенный материал до своего устья, встречают здесь подпор и принуждены откладывать материал в месте впадения».

В горах, передвигаясь по речной долине от ее устья к верховьям, можно видеть, как хорошо террасированная и широкая долина постепенно сужается, а иногда превращается в узкий каньон, за которым, еще выше по течению, появляется очень широкая долина, без малейших признаков террас. По дну долин струится крохотный ручеек, несоизмеримый по своим размерам с долиной, по которой он протекает.

В горах часто можно видеть весьма древние речные долины с обилием аллювиального обломочного материала. Возраст древнего аллювия в них достигает 4 – 5 млн. лет.■

Обломки горных пород медленно продвигаются к рекам и попадают в русловой поток, где резко меняются условия их передвижения. Попадая в такой поток, они переносятся на десятки и сотни километров. Поток сортирует обломки по размеру и по весу, накапливает в одних местах и размывает в других. Постепенно обломки округляются, поверхность их становится гладкой. В горных реках можно видеть хорошо окатанные гальку и валуны, между которыми залегает песок и гравий, в руслах равнинных рек — песок, гравий и глинистые частицы. Отложения, образованные речным потоком, называют **аллювиальными**, или — сокращенно — **аллювием**.

Русла рек достигают огромной протяженности. Длина их измеряется тысячами километров, а ширина — десятками километров. Среди крупнейших рек – Амазонка, Миссисипи, Лена, Енисей, Обь. Но большинство рек имеют длину всего в десятки километров. Они являются притоками крупных рек и поддерживают их существование.■



По склонам долины, иногда на значительной высоте, располагаются террасы. Они сопровождают реку почти на всем ее протяжении. Каждая из террас является свидетельством какого-то этапа углубления долины или ее заполнения обломочным материалом. На террасах можно увидеть аллювий. По возрасту и происхождению аллювия судят об этапах жизни речной долины.■

Устойчивые породы создают препятствия на пути рек, образуя ступени в руслах. Возле ступеней возникают водобойные котлы глубиной в несколько метров, в которых скапливаются крупная галька и валуны.■

Реки в бассейне Амазонки.



Пересекая заболоченные леса и влажные саванны на равнинах Южной Америки, река Ориноко образует меандры, старицы.



Равнинные реки

Изменение русел наиболее изучено на равнинных реках или на реках, текущих по плоскогорьям.

Меандрами, или излучинами, называют плавные изгибы равнинной реки. Они получили свое название от реки Большой Мендерес в Малой Азии, которая изобилует излучинами. Словно змеи, меандры перетекают одна в другую. Полосу, в пределах которой располагаются меандры, называют **поясом меандрирования**. Характерны наблюдения за рекой Вислока в Западных Карпатах, русло которой пересекает возвышенную и расчлененную равнину с абсолютными отметками 400 — 600 м. Излучины долины этой извилистой реки обладают большим радиусом кривизны. В результате этого ширина излучины – около 1000 м. За сто с лишним лет (с 1855 по 1964 г.) очертания русла изменились, появились новые береговые обрывы, старицы заполнились глинистым аллювием, полностью перестроились плесы и перекаты. Однако при этом не произошло увеличения или уменьшения пояса меандрирования.

На заболоченной приморской равнине Приохотья, как показала аэрофотосъемка местности, очертания долин за 35 лет также практически не изменились. Площадь галечных кос и пояс меандрирования остались такими же, но за это же время перекаты сместились почти на 900 м, а часть прежних плесов и многие боковые протоки заполнились галечным аллювием и исчезли. Это показывает, что речные долины на равнинах консервативны, они меняются медленно, хотя русловые процессы ведут себя активно. Наиболее крупные деформации рельефа на дне речных долин происходят во время паводков и наводнений. Там, где большую часть года реки маловодны или даже пересыхают, эти изменения выражены лучше всего.

Установить возраст долин не так легко. Например, развитие долины Волги в ее среднем течении началось около 5 — 6 млн. лет назад. Наиболее крупное углубление долины произошло около 3 млн. лет назад. В эту эпоху река то углубляла свое русло, то заполняла его аллювием. Продолжительность эпох углубления, или, как говорят геоморфологи, «вреза», была в 5 — 10 раз меньше, чем продолжительность расширения долины и заполнения ее аллювием. К таким выводам пришли ученые после изучения аллювия на волжских террасах.■

Боковые смещения русел рек обычно приводят к разрушению склонов, усилению на них склоновых процессов, увеличению количества крупных обломков в составе руслового аллювия. В горных районах, где преобладают глубокие долины, объемы обломочного материала значительнее, поток вынужден приспосабливаться к новому рельефу.

Сухие долины, на дне которых залегают пески, гравий, глины, встречаются на Земле довольно часто. Гигантские каньоны напоминают о бур-



Сухое русло в пустыне Гоби заполняется водой только в периоды сильных дождей.

ной деятельности водных порогов в далеком прошлом. Но раскаленные солнцем скалы уже ничего не могут рассказать об этих процессах. Одним из таких мест является плоскогорье Гоби в самом центре Азии. Здесь площадь бывших речных долин достигает 60 тыс. км^2. Сейчас в рельефе преобладают плоские поверхности со следами эрозионных размывов и горы-останцы. Непросто установить направления течения древних рек — часть их впадала не в море, а во внутренние озера.

Другим районом с сухими реками является пустыня Сахара, а восточнее ее — Аравийское плоскогорье. Здесь сухие долины (**вади**) начинаются на крутых склонах гор, пересекают межгорные впадины и заканчиваются в замкнутых котловинах. Ширина вадей достигает 15 — 20 км, а протяженность — 500 — 600 км. Во время редких, но сильных дождей, которые бывают не каждый год, по их дну проносится бурный поток глубиной всего 1 — 2 м. Но за один паводок поток переносит такое количество обломочного материала, что на какое-то время приобретает вид селя. Затем вода исчезает, и в сухой долине опять становится жарко.

«Ливни в Сахаре — это зачастую настоящие потопы... Широкие и сухие долины в течение нескольких часов превращаются в мощные потоки. Паводки бывают очень кратковременными, но исключительно бурными и внезапными. Вода не задерживается и не рассеивается растительностью, почти мгновенно стекает в вади. И как ни странно и ни парадоксально звучит, но одна из серьезнейших опасностей, которым путешественники подвергаются в Сахаре, — это опасность утонуть. Так, в Айн-Сефре разлив вади снес часть этой деревни; при этом было много человеческих жертв». *Огюстен Бернар.*■

Однако сухие долины встречаются не только в пустынных областях. На Алтае, в североамериканских Кордильерах, на Верхнеколымском нагорье и в других местах Земли наблюдаются долины, сформированные в прошлом катастрофическими потоками, которые неслись с невероятной скоростью. Эти потоки более известны под названием **прорывных паводков**. Долины, сформированные такими потоками, прорезают скальные породы, образуя в них гигантские котлы с огромными валунами на днище. В этих долинах бессмысленно искать русла рек, их просто нет. Когда-то очень давно, несколько тысяч лет назад, горные ледники подпрудили обширную котловину, создав глубокое озеро. Вода заполнила озерную котловину, и возник сток воды в ближайшие долины. При этом потоки воды разрушили горные перевалы и бывшие долины, образовали крупные водопады, переместили очень крупные обломки. Постепенно озеро исчезло, и на поверхности остались только сухие долины и котлы от бывших водопадов.■



Высохший ил на пойме быстро превращается в сморщенные чешуйки.

Сезон дождей закончился, и влажное дно долины высыхает.



Карстовый рельеф

Там, где на поверхности Земли почти не видно текучих вод, рельеф более разнообразен. Работа рек проходит в подземельях, глубина которых достигает нескольких километров.

Подземный рельеф — это бесчисленные пещеры и пропасти, шахты и воронки. Воды, текущие здесь в полной темноте, редко прорываются на поверхность. Подземные озера словно черные зеркала. Они полны тайн, в них скрыт пещерный жемчуг. Это такой своеобразный мир, природа которого изучена еще плохо. Это мир сталагмитов и сталактитов. Все это называют **карстовым рельефом**, или просто **карстом**. Термин «карст» происходит от названия плато Карст (Крас), которое расположено на одном из полуостровов в Адриатике. Почти безводное плато изобилует воронками, сухими котловинами, провалами, трещинами, бездонными колодцами. Карстовый рельеф — комплекс форм, созданный природой в результате растворения водой горных пород и выпадения в осадок растворенного материала. Формы карстового рельефа обладают размерами от первых сантиметров (карры, лунки, борозды и пр.) до многих сотен метров и километров. О неровностях рельефа величиной менее 1 см известно мало.■

Карстовый рельеф обычно формируется в областях, сложенных водорастворимыми породами. Чаще всего ими являются известняки, доломиты, гипсы, ангидриты, мраморы, соленосные глины и соль. Растворение происходит с большой скоростью, из-за чего эту группу даже называют карстующимися породами. Но растворению подвержены и сланцы, песчаники, граниты, кварциты, базальты и др. Скорость растворения у них в десятки тысяч раз меньше, чем у карстующихся пород.

Карстообразование происходит потому, что есть не только горные породы и минералы, поддающиеся растворению, но и проточные воды и трещины в горных породах. Человек видит поздние стадии образования карста, поскольку наблюдения за миграцией воды по тончайшим трещинам невозможны. Механизмы образования карстового рельефа на первых стадиях, скорее всего, связаны с проницаемостью горной породы. Наиболее распространенными формами карстового рельефа являются **воронки, блюдца, шахты, колодцы, карры, долины, полья, пещеры, котлы, плотины** и **занавеси, террасы, сталактиты, сталагмиты** и т. д.■



Карры образуются обычно на поверхности трещиноватых известняков и доломитов дождевыми водами, струйки которых создают промоины. Огромные карровые поля находятся в Альпах, их глубина достигает нескольких метров. Карстовые воронки на поверхности встречаются чаще. Их диаметр — от 1 до 500 м, а глубина — от 0,5 до 45 м. Цепочки воронок нередко сливаются, образуя карстовые долины.■

В России наземный и подземный карст распространен главным образом там, где есть доломитовые, известняковые, гипсовые породы. Разнообразные карстовые формы встречаются даже в областях с вечной мерзлотой: карстовые блюдца, воронки, шахты и др. По наблюдениям российского ученого И. Ю. Долгушина, на Алданском нагорье карстовые блюдца имеют диаметр около 20 – 70 м, а глубину – 1 – 2 м. Чаще всего они встречаются на плоских междуречьях. Карстовые воронки обладают более крутыми стенками и большей глубиной. Диаметр их достигает 100 м. Дно воронок прикрыто небольшим слоем мелкозема со щебнем, располагающимся вокруг центрального отверстия – понора. Иногда чередующихся воронок и блюдец бывает так много, что они образуют «сотовые поляны». Своеобразие их рельефа состоит в том, что карстовые углубления, похожие на ячейки, расположены так близко, что создается впечатление пчелиных сот.■

Вход в карстовую пещеру.



Под землей встречаются реки и озера.

Значительная часть карстовых форм возникла в более теплых и влажных климатических условиях, скорее всего, в эоцене и олигоцене, т. е. 30 – 40 млн. лет назад. Интенсивность действовавших в то время процессов выщелачивания карстующихся пород была значительно выше, чем сейчас. Однако с тех пор воронки, шахты и блюдца не заполнились обломочным материалом. Это говорит о непрекращающемся процессе карстообразования.

На Алданском нагорье имеются и древние, реликтовые формы карста в виде огромных западин диаметром до 300 м, которые заполнены белыми каолиновыми глинами, представляющими собой остатки прежней коры выветривания, возраст которой определен учеными как позднеюрский – раннемеловой.

В условиях распространения вечной мерзлоты карстообразование, по-видимому, не прекращается, о чем свидетельствует повышенное содержание солей кальция и магния в воде рек, пересекающих области с известняками и доломитами.

На Урале известно много примеров карстовых форм рельефа: Кунгурская пещера, огромные полости внутри гор Южного Урала и др. Некоторые из них служили жилищем для древнего человека и являются ценными археологическими объектами.■



Разрушенный карстовый массив в Национальном парке в Колорадо.

В Родопах (Южная Болгария) находятся удивительные создания природы — скальные мосты. Они представляют собой огромные арки, перекинутые через крупные долины, по дну которых сейчас протекает едва заметный ручеек. Это остатки древних подземных долин, пересекавших эту часть Родоп 1,5 млн. лет назад. Многие тысячелетия подземные воды растворяли мраморы, разрушали стены пещер и создавали фантастический мир подземелий. Наконец стены пещер не выдержали и обрушились, отодвинув русло подземной реки в сторону. Высота «чудесных мостов» достигает 30 м, а ширина — 50 м. Здесь, в нишах бывших карстовых пещер, открыты стоянки древнего человека, обнаружены каменные топоры, керамика.■



Арка – след разрушения карстового массива.

Плато Карст (территория Хорватии и Словении) — каменистая пустыня, поражающая своим унылым видом. Здесь нет воды и не видно зелени. Поверхность его покрыта трещинами, ямами, рытвинами и воронками. Есть тут и реки, но они текут под поверхностью земли в темных и сырых подземных руслах. Помимо безводья на каждом шагу путешественника ожидают глубокие трещины, провалы, бездонные колодцы. Встречаются участки, где воронки буквально, как оспины, изрыли поверхность. Их количество достигает 150 штук на квадратный километр.

Красно-бурые глины с щебнем, обнаруженные на дне воронок, являются продуктом не только химического растворения известняков, но и смыва по трещинам карстующегося массива, а также пыли, приносимой ветром.■

Моготы – форма тропического карста на западе Кубы.



Шахты и колодцы представляют собой узкие, почти вертикальные каналы, образованные при расширении трещин. Диаметр колодцев различен — от 0,3 до 350 м, глубина может достигать 1300 м. Карстовые долины, занимаемые руслами как подземных, так и наземных рек, характеризуются резкой ступенчатостью продольного профиля. Странные реки появляются из пещеры, текут на протяжении нескольких километров по поверхности и вновь скрываются в пещере. Эти долины – без поймы, без террас, без паводков и наводнений. Особым видом карста являются **полья** — замкнутые или полузамкнутые котловины. Площади польев достигают 500 — 600 км^2, глубина — сотен метров, ширина — 10 — 15 км. Одно из них — в северо-западной части Динарского нагорья — занимает площадь 380 км^2. Ось котловины совпадает с направлением горных хребтов и ориентировкой складчатых структур. В периоды сильных ливней тонкие частички грунта смываются и постепенно все трещины заполняются водой. Это ведет к прекращению фильтрации, а атмосферные осадки способствуют заиливанию котловин.

Карстовые пещеры находятся глубоко под землей. Они очень разнообразны по размерам и конфигурации, что объясняется не только залеганием карстующихся пород, но и определенной стадией их развития.

В пещерах среди многочисленных форм карста, связанных с накоплением растворенного вещества, известны в основном сталактиты и сталагмиты. Известковые сосульки — **сталактиты** — достигают высоты в несколько метров и толщины 1,5 — 5 м. В процессе роста сталактитов в воде уменьшается содержание $CaCO_3$. Выпавший в осадок углекислый кальций цементирует обломочный материал и образует карбонатные натеки. **Сталагмиты** — известковые столбы и конусы — растут снизу вверх и достигают высоты 15 — 20 м. Все это происходит очень медленно. Подсчитано, что сталагмит в Карлсбадской пещере высотой 19 м формировался около 50 млн. лет.



При карстовых процессах нередко возникают каменные «леса».

К натечным формам карстового рельефа относятся плотины, перегораживающие подземные ходы. За подобными плотинами возникают озера. Но возраст плотин более молодой, чем сталагмитов, – 9 — 10 тыс. лет.

Под воздействием теплых влажных муссонов известняковые породы подвергаются карстованию, в результате чего возникает много причудливых пейзажей: то над пропастью поднимаются отвесные скалы, то в горах зияют глубокие пещеры, то через реки перекинуты каменные мосты. Все это называется **башенным карстом**. В некоторых районах, где известняковые породы подверглись разрушениям, образовались округлые долины с ровным днищем. В таких долинах на одинаковом отдалении друг от друга возвышаются конусообразные известняковые холмы, а у их подножия амфитеатром располагаются ступенчатые поля, что делает каждый холм похожим на гигантский за-



Подземный рельеф пещер.



Типичный известняковый ландшафт в Серранья-де-Ронда в восточной Месете.

Башенный карст можно встретить на морских побережьях. В заливах нередко можно видеть сотни небольших известняковых островов-утесов причудливых очертаний: одни похожи на человеческую голову, другие — на дерущихся петухов, третьи имеют форму гигантской черепахи или лягушки. В скалах встречаются пещеры и гроты, некоторые почти до самого свода заполнены морской водой, поэтому внутрь их можно попасть только на лодке, да и то согнувшись. В гротах сталактиты переливаются многоцветной радугой, а при ударе по ним издают мелодичные звуки.■

Самая большая в мире Мамонтова пещера расположена в США. Поверхность покрыта многочисленными карстовыми воронками, по которым вода во время дождей проникает внутрь плато, оставляя его поверхность совершенно сухой. Подобные пещеры есть и на территории России. Наиболее известна Кунгурская пещера на Урале.■

мок с крепостными стенами и сторожевыми башнями. Иногда в долинах видны небольшие холмы с острыми вершинами, издали напоминающими огромные стога сена. Карстовые долины, как правило, очень широкие, а посреди них нередко встречаются глыбы известняков.■

В теплых и влажных условиях тропиков карстовый рельеф принимает причудливые формы. Выделяются куполовидные холмы и гряды, башни, острые конусы, карстовые равнины. Системы округлых куполов рассечены ущельями, возникшими по тектоническим трещинам. Периферия куполов обрамлена башенным карстом. Карстовые котловины и равнины разделены зазубренными грядами и глубокими ложбинами. Обломки известняков, упавшие со склонов башен или куполов, быстро разрушаются.

Густая растительность, покрывающая склоны, способствует активности вод с содержанием кислот разного состава. Поэтому, как правило, у подножий карстовых холмов или небольших гор не происходит накопления обломков. Выветривание превращает их в песок и глину, которые в дождливые периоды быстро выносятся струями воды.

Наибольшая интенсивность карстовых процессов — во влажных областях, а наименьшая — в сухих.

Текучей водой растворяются не только карбонатные и соленосные, но и силикатные породы, в которых этот процесс протекает в тысячи раз медленнее. Растворяются песчаники, граниты, сланцы и другие кристаллические породы. Речная вода, протекающая по таким породам во влажных тропиках, содержит много растворимого кремнезема.

Формы рельефа, связанные с силикатным карстом, разнообразны. На Гвианском нагорье в Южной Америке в кварцитах наблюдаются провалы, колодцы, шахты, воронки. На плато Гуайкуинима в Венесуэле в кварцитах обнаружена даже система пещер протяженностью около 2 км с горизонтальными ходами и глубокими колодцами.

Гигантские шахты диаметром 350 м и глубиной более 500 м наблюдаются на плато Рорайма, сложенном древними кварцитами. На основании анализа кварцитов, в которых есть силикатный карст, можно сделать вывод, что здесь происходит растворение как зерен кварца, так и силикатного цемента. Причем процесс должен не прекращаться десятки и сотни миллионов лет.

Формы силикатного карста образуются в результате как растворения горных пород, так и их биохимического выветривания.■

Когда-то здесь уходил под землю бурный поток.



Образование до́лин (замкнутая впадина карстового происхождения) идет так быстро, что иной местный житель, вернувшись по прошествии нескольких десятилетий на родину, едва ли узнал бы ее, так как из-за провалов дома́ за это время были перенесены на другое место, проложены новые дороги, исчезли плодовые сады.■



В карстовых подземельях встречаются сталактиты и сталагмиты, которые растут навстречу друг другу.

Ветер – созидатель и разрушитель

На открытых и безлесных пространствах ветер устремляется через низкие перевалы, по речным долинам, через равнины и моря, преобразуя рельеф суши и побережий. Скорость ветра достигает 45 — 50 м/с, а иногда и больше. В южных районах Евразии в мае и июне образуются пыльные бури, а в пустынных областях — самумы.

Пустыни всегда представлялись людям гигантскими скоплениями песка. На северо-западе Индостана располагаются пустыни Тхал и Тар. Эоловые формы рельефа здесь возникли в результате переработки ветром песчаных наносов древних рек и представлены низкими дюнами, ячеистыми песками.

Кроме того, тут встречаются грядовые и дюнные пески. Барханов сравнительно немного. В межгрядовых понижениях накапливаются мощные **солевые коры**.

На севере Аравийского полуострова расположена песчаная пустыня Большой Нефуд с барханами. Неподалеку от нее находится пустыня Руб-Эль-Хали, достигающая в поперечнике более 1000 км. Здесь царствуют дюны, барханы высотой до 120 м, галечные равнины — рэги, по которым когда-то текли реки.



Каменный гриб в Долине памятников (Аризона).

Примерно такая же картина предстает перед путешественником при пересечении плоскогорья Гоби. Для рельефа здесь характерен каменистый панцирь, образовавшийся при разрушении и выносе ветром песчаного материала; валунов и гальки накопилось столько, что галечный покров стал препятствовать воздействию ветрового потока. Перенося песок, ветер, как наждаком, истирал препятствия, встречающиеся на пути.■

В северной части Тибета Н. М. Пржевальского в свое время поразили зимние пыльно-песчаные бури. Он писал, что «одновременно с морозами и бесснежьем характерную черту тибетской зимы составляли пыльные бури... Они всегда случались днем и обыкновенно начинались умеренным ветром, который, мало-помалу усиливаясь, к полудню достигал страшной силы и дул до заката солнца. Понемногу небо начинало сереть от поднятой в воздух пыли, которая густела все более и более, так что солнце, тускло светившее, как сквозь дым, делалось совсем невидным. Наступало что-то похожее на сумерки, так что на расстоянии в несколько сот шагов не было видно даже высоких гор. Пыль, песок и мелкие

Эоловый город «имеет вид высокой гряды, покрытой сверху донизу рядами замков, башен и стен.

В действительности он опускается на юго-запад тремя широкими уступами с довольно ровной поверхностью, местами разрезанной короткими и крупными оврагами, склоны последних, а также откосы самих уступов расчленены еще более многочисленными короткими и крутыми ложбинами и рытвинами на разнообразные, часто причудливые формы; нижний уступ сложен главным образом из пластов серо-желтого рыхлого песчаника, обилующего конкрециями разной формы и величины, которые при выветривании и развеивании песчаника образуют выступы самых прихотливых очертаний на стенах и обрывах.

В верхних горизонтах этого уступа появляются розоватые и зеленоватые глины, которые слагают, перемежаясь с песчаником, и верхние два уступа, почему формы рельефа по окраинам последних более массивны и округленны, представляя широкие низкие круглые башни и стены с редкими карнизами». *В. А. Обручев.*■

Долина памятников расположена вдоль границы штатов Аризона и Юта на юго-западе США. Названа так за каменные монолиты, возвышающиеся над равниной. Монолиты имеют необыкновенную форму и названия: Скала-замок, Рукавички, Наседка и др.■

Сильнейшие песчаные бури скрывают силуэт эолового города.





Каменные башни – все, что осталось от древнего рельефа.

Почти в центре Китая располагается еще одна уникальная по своему рельефу территория — Лёссовая провинция. Рельеф имеет здесь главным образом эрозионно-эоловое происхождение, а сами лёссы являются в основном эоловыми отложениями. Лёссы — однородные пористые и неслоистые породы серовато-желтого цвета, состоящие из очень тонких пылевых частиц. Лёссы распространены в Европе, Азии, Северной Америке. Они покрывают самые разнообразные формы рельефа. Толщина лёссовых покровов достигает десятков и сотен метров.■

камни неслись в воздухе, словно снег в сильную метель. Невозможно было открыть глаза или перевести дух. А воздух делался чрезвычайно тяжелым для дыхания. К закату солнца буря вдруг стихала, но пыль продолжала стоять в воздухе».■

В Центральной Азии российскими учеными еще в конце XIX в. были описаны уникальные памятники природы — **эоловые города**, возникавшие при разрушении ветром гряд и котловин. В основном они сложены песчаниками и глинами.

Название рельефа — эоловый – дано в честь древнегреческого бога ветров Эола. Возникшие формы ориентированы по направлению преобладающих ветров и имеют вид пирамид, башен, разнообразных скульптур, игл.■

Гоби – это прежде всего равнинные плоские впадины с песками и глинистыми площадками в центре, где мало обнаженной почвы, а все одето щебенкой, черной, коричневой или серой, мелкой во впадинах, крупной – в горах. Это или мелкосопочник – сильно размытые, задернованные плоские холмы, или небольшие горы, или гряды обнаженных твердых пород с россыпями камней и невысокими ощеренными скалами. Вот как описывал Гоби писатель, ученый-палеонтолог И. А. Ефремов: «Это ветер и блеск. Это обширные светлые плоскогорья, покрытые редкой желтой травой... и это же невысокие горы, вокруг которых вся поверхность иссечена мелкими промоинами и сухими руслами. Мощные пояса из крупных камней и щебня охватывают бастионы хребтов...»■

Это природное гигантское сооружение иногда еще называют «Крылья ангела». На заднем плане – арка, соединяющая склоны каньона. Все это говорит о том, что когда-то здесь текла вода.



Ледяной и подледный рельеф

Самый южный материк Земли — Антарктида — почти полностью закрыт огромным ледниковым щитом. Из-под него по периферии континента выступают горы и холмы. Большая часть шельфовых ледников лежит на поверхности коренных выступов материка, меньшая — на плаву в морях. Главная особенность Антарктиды — одновременное существование ледяного и подледного рельефа, развитие которого происходит с разной скоростью. Механизмы образования у них тоже разные.

В области Полюса недоступности, почти в центре Антарктиды, находятся три ледяных купола, являющихся центрами растекания ледников. Радиус куполов достигает 2000 км, а толщина льда — около 4500 м. Под толщей льда скрыты неровности подледного ложа материка — горы и равнины. Самыми крупными подледными горами являются горы Гамбурцева высотой около 4 км. Над ними залегает толща льда в 600 м. Таких подледных гор на Земле нигде больше нет.■

В Западной Антарктиде, в Бассейне Берда, находится огромная ледяная равнина. Толщина льда здесь — около 1000 м, а в центре — около 2500 м. Коренное основание Бассейна Берда уходит глубже уровня Мирового океана. Над поверхностью ледяной равнины поднимаются отдельные горные хребты, холмы. Среди ледниковых форм рельефа — кары, «бараньи лбы», отшлифованные льдом скалы. На поверхности склонов гор встречается крупная галька. Это позволило ученым установить, что раньше поверхность льда в регионе находилась примерно на 500 м выше.■

Восточная Антарктида начинается длинным поясом Трансантарктических гор, где ледников немного. Этот горный пояс как бы отгораживает и защищает центральные области с ледяными куполами. Здесь находится один из уникальных памятников природы Земли — Область Сухих долин. Это целая система гор и долин, свободных от ледников, на дне их располагаются соленые озера. В поперечном сечении долины имеют вид огромного и длинного корвета. Необычность здешнего рельефа резко контрастирует с представлениями о сплошном ледяном панцире, закрывающем материк. Но в Антарктиде есть не только Трансантарктические горы, но и места, свободные от льда. Они получили название «оазисов». Причины появления оазисов — препятствия в стоке льда. Они уменьшают скорость движения ледников и повышают температуру льдов. Когда край ледника начинает утончаться, на поверхности появляются черные скалы, которые в летний период сильно нагреваются солнцем. Постепенно размеры таких участков увеличиваются, создавая особый микроклимат,

Из исторических хроник известно, что похолодание климата в XIII в. привело к надвиганию ледников, замерзанию морей, ледяной блокаде берегов Гренландии. Период с 1580 по 1900 г. даже был назван малым ледниковым периодом. В этой фазе разрастания и появления новых ледников было наступление льда в Приэльбрусье, наличие крупных снежных полей на Южном Урале. Ледниковые эпохи включали в себя этапы попеременного роста и сокращения ледников. Это было типично для равнинных и горно-долинных ледников. Длительность этапов зависела от глобального понижения температуры воздуха и от местных причин. Поэтому этапы оледенений на разных материках и даже в разных регионах не всегда полностью совпадают.■



Приледниковое озеро.



Антарктида безо льда. Область Сухих долин в Трансантарктических горах.

и там даже появляется вода. Скорости движения ледников по окраинам материка достигают 1000 м в год.■

В далекой Гренландии, на другом конце Земли, ледников меньше, но и они занимают площадь в несколько миллионов квадратных километров и имеют толщину до 3000 м. Ледники часто сползают в открытое море, образуя целые стада беспорядочно дрейфующих айсбергов. Наивысшая точка Гренландского ледяного купола имеет высоту 3360 м. Иногда по окраинам купола встречаются во льду глубокие трещины — следы медленных движений ледников. Ровная или слабоволнистая поверхность ледника простирается на сотни километров. Во время летнего таяния льда талые воды создают долины до 40 м глубиной. Так же как и в Антарктиде, они существуют несколько месяцев, а затем затягиваются льдом. Возле нагреваемых солнцем скал образуются огромные воронки.■

Горные ледники встречаются на всех континентах, за исключением Австралии. Они, как правило, сосредоточены у вершин гор, где господствуют низкие температуры воздуха, а снег выпадает в течение всего года, накапливаясь в глубоких нишах и котловинах. Белые пятна и полосы ледников хорошо видны из космоса.

Горно-долинные ледники переносят массу обломочного материала. При своем продвижении лед насыщается обломками разрушенных горных пород. Они скапливаются сверху, внутри или непосредственно подо льдом. Во время таяния льда обломки остаются на поверхности. Этот процесс наиболее активен, когда движение ледника прекращается и начинается вытаивание мелкозема и валунов. Такие ледниковые отложения называются **мореной**.

Языки льда, спускаясь по долинам, своим весом разрушают основание долин, переносят крупные глыбы и оставляют их у внешнего края ледника. Множество валов и гряд в рельефе — это следы остановок ледника. Обычно это невысокие дугообразные гряды. Понижения между валами морен заняты озерами или сухими долинами. Среди валов можно встретить глыбы-отторженцы в сотни метров: когда-то они были оторваны от выступов коренных пород и перенесены ледником на сотни километров.

Когда ледник останавливался или замедлял движение, огромные массы льда так сильно давили на горные породы, что даже самые крепкие из них не выдерживали и разрушались. Обломки вмерзали в тело движущегося ледника и царапали скалы. При своем передвижении ледники сгладили многие неровности в рельефе, разрушили возвышенности и кряжи, заполнили моренами долины. Наибольшему разрушению подвергались те области, где происходило зарождение ледников. Там толщина ледниковых покровов достигала нескольких километров. Для Европы таким центром оледенения была Фенноскандия, включавшая территорию Норвегии, Швеции и частично Финляндии. Небольшие центры оледенения располагались в Шотландии, на Новой Земле и Полярном Урале. К югу от этих регионов значительные территории оказались перекрытыми моренами и водно-ледниковыми отложениями.■



Ледниковая долина в горах Новой Зеландии.

В длительной истории Земли существовало по меньшей мере семь крупных эпох материковых (т. е. покровных) оледенений. Самое раннее началось еще в протерозое, самое позднее — существует до настоящего времени. Длительность ледниковых эпох была разной — от 10 до 100 млн. лет. Например, оледенение Антарктиды началось примерно 40 — 45 млн. лет назад с появления горных ледников. Впоследствии оно распространилось на равнины Антарктиды. Самые древние из сохранившихся морен в этом регионе планеты имеют возраст около 10 — 12 млн. лет назад.■

Река Виват в горах Сунтар-Хаята (на севере Хабаровского края). Вдали виден ледник Васьковского.



В СПОКОЙНЫХ ГЛУБИНАХ ОКЕАНОВ

Достигнув моря или океана, обломок хотел бы спокойно улечься на дно и «подумать о своем будущем», но не тут-то было.

Водная среда обладает собственными формами движения. Волны, атакуя берега, разрушают их и поставляют на дно крупные обломки, айсберги переносят огромные глыбы, опускающиеся в конце концов на дно, подводные течения разносят илы, песок и даже глыбы на значительные расстояния, оползни смещают под водой огромные массы грунта. Поэтому в действительности вместо спокойного накопления осадков мы обнаруживаем такую же, как и на суше, «борьбу процессов». Но подводные процессы не во всем похожи на «сухопутные» явления. Экзогенные процессы в морях разделяются на гидрогенные, гравитационные и биогенные.■

Гидрогенные процессы — это процессы осаждения на дно органического материала, приливно-отливные движения воды, ветровое волнение, поверхностные и донные течения.

Среди гидрогенных процессов первое место занимают процессы осадконакопления, затрагивающие самые глубокие и самые мелкие участки Мирового океана. Ил и песок покрывают огромные пространства на дне, выравнивая рельеф котловин и формируя гигантские конусы выноса. Второе место, пожалуй, занимают разнообразные течения. Как правило, они не захватывают всю толщу воды в морях и океанах и наблюдаются на разной глубине.

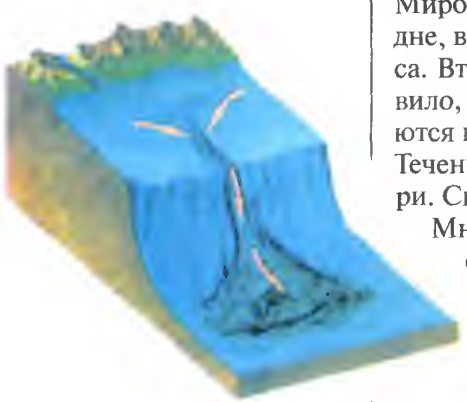
Течения не всегда прямолинейны, в них возникают даже гигантские вихри. Скорости течений различны — от 1 — 2 до 250 см/с и более.

Многолетние исследования американских, французских и российских океанологов позволили установить, что на скорость течений большое влияние оказывает сила Кориолиса, которая возникает вследствие вращения Земли. Благодаря ей вблизи западных окраин материков роль течений в образовании рельефа возрастает.

Размыв течениями горных пород приводит к образованию под водой эрозионных желобов и рытвин.

Приливно-отливные течения связаны со значительной высотой приливных волн. На атлантическом побережье Канады высота приливов достигает 19,6 м; в Аргентине — 18 м; в Англии — 16,3 м; в Охотском море —

Вот как описывает каньон Скриппса американский ученый **Ф. Шепард**: «Представьте себе, что вы надели акваланг и стали спускаться по каньону Скриппса от самой его вершины. Спуск вы начинаете на отмелом песчаном скате, где глубина всего 4,5 м. Вы находите там небольшую долинку и плывете вдоль нее. Постепенно ее склоны становятся все выше, а на дне появляются огромные заросли водорослей ламинарий и морской травы — зостеры. Уже на глубине 15 м склоны долины оказываются очень крутыми, а дальше долина превращается в скалистое ущелье. На глубине 53 м каньон соединяется со своим главным боковым рукавом. Отсюда можно начать подниматься по каньону. При этом попадаешь в такое узкое подводное ущелье, что можно легко коснуться руками обеих его стенок одновременно. Выше каньон несколько расширяется. Однако стенки его остаются обрывистыми вплоть до самой вершины, а там — снова крутой песчаный скат...»■



Песок и ил под водой сползают достаточно быстро, образуя при этом конусы выноса.





Круговые течения — водовороты в Средиземном море.

10 м. Высота приливов зависит от очертаний берегов. Проникая по речным долинам в глубь материка, приливы вызывают речную **абразию** берегов.

На Амазонке приливные волны, называемые пороро́ка, проникают от устья вверх по течению более чем на 500 км, создавая при этом встречную волну высотой до 7 м. При этом вверх по течению движется несколько волн со скоростью до 20 км/ч. Пороро́ка за считанные минуты «съедает» огромные массивы берега вместе с растительностью.

Особенно активны приливно-отливные течения в узких проливах между островами. Здесь они «вычищают» дно проливов даже от крупных обломков.

Течения способны взмучивать и перемещать до 50 кг/м^3 рыхлых осадков, т. е. примерно около тысячи тонн ила ежедневно.■

Гравитационные процессы включают прежде всего подводные обвалы и оползни, а также мутьевые потоки. Подводные оползни возникают уже при углах наклона поверхности около 2 — 3°. В местах с большими массами илистого материала они образуют холмисто-западинный рельеф с валами.

Одно из самых необычных явлений на Земле — мутьевые потоки. Они возникают по разным причинам, среди которых — сейсмические толчки, быстрый вынос мелкозема реками с суши, оползни.

Для своего передвижения мутьевые потоки чаще всего используют подводные каньоны. Насыщение потоков взвешенными частичками достигает 3000 г/м^3, а скорость — 870 см/с. Длина пути мутьевых потоков измеряется десятками и сотнями километров.

Так же как сели на суше, мутьевые потоки во многом определяют строение рельефа в подводных каньонах. Некоторые из них приобретают ступенчатый продольный профиль, крутые стенки делают их похожими на долинную сеть.■

Биогенные процессы — это процессы образования коралловых островов и рифов, разрушение горных пород животными и растениями. Биогенные процессы играют немаловажную роль в тех акваториях, где условия особенно благоприятны для произрастания подводной растительности и деятельности животных.

Есть мнение, что важнейшими агентами образования рифовых построек в океане являются коралловые полипы, известковистые водоросли и мшанки. Они распространены вдоль берегов тропических морей, образуют подводные террасы и кольцевые рифы — атоллы. Например, Большой Барьерный риф у восточных берегов Австралии тянется на 2300 км. На подводные выступы скал и глинистых холмов нередко «набрасываются» полчища моллюсков-камнеточцев, пожирающих эти породы.■





Большой Барьерный риф у восточных берегов Австралии.

В районе Сочи на мергелистых глинах однажды насчитали 2600 моллюсков, поместившихся на 1 м^2 выступа пород.

На подводный рельеф воздействуют илоеды. Они разрыхляют горные породы, перемешивают осадки и этим разрушают их, а вместе с ними и формы рельефа.■



Кораллы на склонах рифов.

Выносимые с берега осадки располагаются в каждой точке океана в зависимости от расстояния от берега. Более крупные частички откладываются в прибрежной полосе, мелкозернистые пески выносятся дальше в море, и наконец, еще дальше попадают только пылевидные частицы — илы. Однако среди подводных осадков (и в илах тоже) обнаруживаются крупные обломки и даже валуны, обвалившиеся с растаявших айсбергов или унесенные льдинами берегового припая.■

Равнины и плоскогорья

На Земле есть такие формы рельефа, которые занимают сотни тысяч квадратных километров, иногда целые океаны и большую часть материков. Их относят к планетарному рельефу.

На материках прослеживаются цепи гор, полосы равнин и плоскогорий. Это хорошо видно в Северной Америке, Европе, Азии и Африке. Среди них выделяются самые крупные горные пояса Земли: Андийско-Кордильерский, вытянутый с севера на юг почти на 18 тыс. км, Альпийско-Гималайский — около 11 тыс. км, Восточно-Азиатский — почти 11 тыс. км. На дне Мирового океана планетарные формы представлены поясами срединно-океанических хребтов и возвышенностей общей длиной 80 тыс. км, на дне подводных котловин равнинами и горами, вулканическими хребтами, размеры которых по площади соизмеримы с площадью Европы. Равнины и плоскогорья в Северном полушарии вытянуты в виде широкого пояса (2700 — 2900 км), протяженность которого с запада на восток 11 тыс. км.

Равнины и подледные плато Гренландии расположены на древней платформе с характерным для нее континентальным типом земной коры.

У гор, плоскогорий и плато Канадского Арктического архипелага значительно выровнены вершины. Однако палеогеновые и неогеновые угленосные породы смяты здесь в пологие складки или разорваны разломами, из-за чего большинство островов имеют угловатые очертания. Это связано с растяжением земной коры. Лаврентийское плоскогорье также покрыто разломами и трещинами, которые ясно выражены в современном рельефе.

Наиболее крупные равнины сложены горизонтально залегающими осадочными породами палеозойского, мезозойского и кайнозойского возрастов, которые образуют чехол толщиной 6 — 8 км. В их рельефе хорошо выражены ступени. Местами встречаются рифтовые структуры, одна из которых проявляется на поверхности в виде долины и залива реки Святого Лаврентия, другая — расположена в котловине озера Верхнего. Равнина Великих прерий сформировалась на месте тектонического прогиба, заполненного палеозойскими и мезозойскими осадками. На них залегают палеогеновые и неоген-четвертичные толщи. На месте обширного прогиба располагается также пластово-аккумулятивная равнина побережья Мексиканского залива.



Землетрясения — причина обвалов и оползней.

Пластовая равнина возле Парижа (именуемая Парижским бассейном) представляет собой огромную чашу, в центре которой как раз и располагается Париж. Диаметр этой чаши — около 500 км. Если двигаться от центра к ее окраине, можно заметить постепенную смену не только рельефа, но и ландшафта. Именно здесь река Марна впадает в реку Сену.

Вот как описывает известный французский географ и геолог **Э. Мартон** пластовую равнину: «Все мощнее врезается Марна своими меандрами в покрытое пятнами лесов и озер плато Бри, которое постепенно поднимается вплоть до поросшей виноградниками куэсты Эперне, господствующей над бесконечным горизонтом Шампаньской равнины. Меловая равнина Шампани, в свою очередь, незаметно поднимается. И вот за мягкой волнистостью влажной Шампани открываются четкие известняковые возвышенности Барруа; лесистые плато достигают здесь высоты 400 м, и врезавшиеся в них на глубину 200 м Мез и Мозель протекают на высоте, которой не достигают самые высокие холмы вокруг Парижа. Юрские известняки, образующие куэстовую гряду Лотарингии, сменяются триасовыми глинами, в толщах которых близ Нанси добывают соль. Рельеф становится еще более мощным, и песчаники нижнего триаса обрамляются, закрывая горизонт, величественный массив Вогезов, кристаллический цоколь которого достигает высоты 1300 — 1400 м».■



Следы разрушения нагорья Ахаггар (Африка) ветром и древними реками.



Высокогорья Карпат (Словакия).

Самым большим из горных массивов Восточно-Африканского рифта является Рувензори (5109 м). Он невелик по площади, но поднимается, как башня, нависая над ближайшими впадинами. Рувензори — гигантская глыба палеозойских гранитов, выжатая невероятным давлением из недр Земли на одном из этапов сжатия земной коры. Рувензори начал подниматься около 5 млн. лет назад, но особенно быстро — в конце плейстоцена, т. е. около 100 тыс. лет назад. Геологи полагают, что за это время горный массив поднялся на высоту более 1000 м, т. е. со скоростью 1 — 2 см в год. О его «молодом» возрасте свидетельствуют свежие расколы скальных пород, которые не поражены эрозией.

Рувензори — единственный в Африке «невулканический» горный массив, где существует горное оледенение. Ледники располагаются на шести самых высоких вершинах — 4,5 — 5,1 км. Всего здесь насчитывают 37 ледников общей площадью 5 км^2. Вершинная часть Рувензори имеет облик, характерный для ледниковых высокогорий, — пирамидальные пики, зубчатые гребни, корытообразные долины, небольшие ледниковые озера.

Нижняя часть склонов Рувензори — это целая система глубоких ущелий с бурными потоками, нередко превращающихся в сели.■

Невысокие Аппалачские горы отражают положение древних тектонических структур. Мезозойский рельеф сохранился на медленно поднимающихся блоках земной коры. Этот пояс продолжается на другом материке, в северной Евразии. Высота здесь, как правило, невелика – до 800 м, но геологическое строение отличается от строения Северной Америки. На равнинах Евразии есть участки резко расчлененного рельефа, сложенного самыми древними (1—3 млрд. лет) породами. Такое строение у Кольско- Карельского и Анабарского щитов, а на юге Сибири — Алданского шита.■

Там, где кристаллический фундамент погружается под толщи осадочного чехла, это отражается в морфоструктуре равнины. На севере Евразии — это Восточно- и Западно-Европейская, Западно-Сибирская равнины. Мощный (в среднем — 3 — 4 км) чехол осадочных пород полностью перекрывает кристаллический фундамент, и влияние древних структур на современный рельеф практически не прослеживается. В отдельных регионах, например в Прикаспийской низменности, толщина осадочного чехла достигает 20 — 22 км. Среди равнин нередко можно видеть плато и низкие горы. Горизонтально залегающие и смятые в пологие складки мезозойские породы, слагающие пластовые равнины Западной Сибири, перекрыты еще и чехлом древнеледниковых и озерных отложений четвертичного периода.

На востоке равнинно-плоскогорного пояса Северного полушария Земли располагается огромное Средне-Сибирское плоскогорье. Рельеф плоскогорья представляет собой ступенчатую равнину, блоки которой приподняты на разную высоту, от 400 — 600 м вблизи Байкала до 1700 м — в горах Путорана.■

Ориентировка равнинно-плоскогорного пояса в Африке близка к меридиональной. Через весь материк, от прибрежных равнин Туниса на севере до Драконовых гор на юге протягивается широкая (до 3500 км) полоса равнин, плоскогорий, нагорий и плато. В ее пределы входят Сахара, Гвинейское плоскогорье, котловина Конго, равнина Калахари, плато Намиб, Велд и др. К югу от Сахары находится Гвинейское плоскогорье (абслютная высота 600 — 1000 м), геологическим основанием которого служит Либерийский кристаллический щит. Наиболее типичной чертой его рельефа являются ступенчатые возвышенности. В самом центре материка находится огромная равнина Конго (абслютная высота 330 — 390 м). Она образовалась на месте древнего палеозойского прогиба Африканской платформы. На юге Африки на протяжении почти 2000 км тянутся плато Намиб и Велд, обрывающиеся к Атлантическому океану гигантским уступом, высота которого на отдаленных участках достигает 2000 м.

Равнины и низкие плоскогорья Центральной Африки отделены от Индийского океана широкой, более 800 км, полосой высоких конусов вулканов (Килиманджаро, Кения и др.), лавовых плоскогорий и узких провалов. Эта полоса вытянута с севера на юг почти на 4000 км, и ее называют Восточно-Африканским плоскогорьем. Однако на таком плоскогорье встречаются огромные горы, глубокие впадины-шели, озера, плато. Все они возникли при активных тектонических движениях, приводивших то к сжатию, то к растяжению земной коры, сопровождавшихся землетрясениями и извержениями вулканов. Здесь начинается величайшая река Африки — Нил.■

Горные пояса

Расположение планетарных горных поясов на Земле, так же как и равнинно-плоскогорных поясов, неодинаково. Альпийско-Гималайский пояс вытянут в субширотном направлении, Андийско-Кордильерский — в субмеридиональном направлении, а Восточно-Азиатский как бы окаймляет материк Азии с востока, следуя его изгибам.

Альпийско-Гималайский горный пояс начинается на юго-западе Европы и тянется неширокой полосой к востоку. В него входят Пиренеи, Альпы, Карпаты, Кавказ, Апеннины, Балканы, а также равнины во внутренних впадинах. Одной из них является впадина Черного моря.

Пиренеи ограждают с северо-востока плоскогорье Месета барьером длиной почти 600 км. Это небольшая горная страна, по размерам равная Южному Уралу. Ширина хребта по основанию приближается к 120 км. Наивысшая точка Пиренеев — пик де Ането — 3404 м. Начинаясь у восточного окончания Кантабрийских гор, где они представляют единую гряду, к востоку Пиренеи дробятся на несколько параллельных хребтов. В своей осевой зоне Пиренеи сложены палеозойскими сланцами, песчаниками, кварцитами, известняками, гранитами. На северном и южном склонах палеозойские породы скрываются под мезозойскими и палеогеновыми отложениями. Они смяты в складки и местами надвинуты друг на друга. Единственным вулканическим районом Пиренеев является тектоническая депрессия Олот.

Альпы — одна из крупнейших горных стран этого пояса. Длина ее около 1200 км, а высота отдельных вершин превышает 4 км (Монблан — 4710 м). Горы сильно расчленены и, так же как Пиренеи, не представляют собой единого горного хребта. Осевая зона их сложена породами кристаллического фундамента — гранитами, гнейсами, метаморфическими сланцами, которые с приближением к окраинам сменяются осадочными толщами глинистых сланцев тонкослоистых песчаников и аргиллитов. С севера Альпы обрамляют низкие плато, расположенные на месте предгорного прогиба, на юге находится Венециано-Паданская впадина. Восточную окраину Альп пересекают рифтовые впадины, отделяющие их от Дунайских равнин. Вулканов в Альпах нет.

Карпаты имеют протяженность почти 1500 км. Наивысшие отметки в Высоких Татрах – 2663 м. Ширина, однако, меньше, чем у Альп, но хребты более обособлены. Межгорные котловины глубоко проникают в горы, которые сложены в основном из песчаника и глин, но в Западных Карпатах есть граниты и гранитогнейсы. Вдоль южного склона Восточных Карпат тянется вулканический хребет. Карпаты более раздроблены, чем Альпы.



Центральные хребты Карпатских гор сложены песчаниками и гранитами.



В горах Кавказа.

Известный французский географ и геолог **Э. Мартон** дает интересную характеристику Альп: «Обитателям равнин на первый взгляд Альпы всегда представляются миром дикой природы, и молодость рельефа кажется основной чертой долин, углубившихся на 1500 м между изрезанными гребнями со склонами, по которым стремятся вниз водопады, с горными обвалами и осыпями. Но первое впечатление вскоре становится менее резким, и привыкающий к альпийским ландшафтам глаз начинает подмечать имеющие важное значение оттенки. И действительно, реки с непрерывно крутым продольным профилем встречаются очень редко; участки с бурным течением чередуются с более пологими, в которых расширяется поперечный профиль долины. Лишь в редких случаях линия склонов, ведущих к высоким вершинам, представляет собой одну прямую. Круто поднимающиеся в гору дороги и тропинки прерываются более пологими склонами, на которых среди лугов или полей расположились селения. Эти террасы составляют повсеместно существенный элемент ландшафта».■



Кавказские горы по своему рельефу более похожи на Альпы. Но их морфоструктуры различны.

Длина Кавказа достигает 1100 км, а площадь составляет около 145 тыс. км². Это горная система, состоящая из продольных и поперечных хребтов, вытянутых в одну линию впадин, вулканических массивов. По особенностям геологического строения в ней выделяются северный и южный склоны, а также осевая полоса.

В осевой полосе расположены самые высокие горы (4 — 5 км), сложенные докембрийскими и палеозойскими породами. Их выступы окаймлены песчаниками, известняками и сланцами мезозойского возраста. Главный Кавказский хребет резко расчленен глубокими долинами, на крутых склонах встречаются ледники, а самая высокая вершина Кавказа и всей Европы гора Эльбрус представляет собой огромный вулканический конус, высота которого достигает 5633 м. Реки порожисты, с бурным течением.

Кавказ выглядит как гигантский свод, разбитый на глыбы огромными трещинами. Движения этих глыб продолжаются до сих пор, что нередко приводит к обвалам на склонах.

Между цепями грандиозных гор в этой части Европы располагаются Дунайские равнины, сформировавшиеся на месте погрузившегося срединного массива. Средняя высота поверхности составляет: у Верхне-Дунайской равнины — 110 — 120 м, у Средне-Дунайской — 80 — 85 м, у Нижне-Дунайской — 10 — 30 м.

Большую часть Апеннинского полуострова занимают **Апеннинские горы**. Это система средневысотных хребтов, поднявшихся и оформившихся только 800 тыс. лет назад. Здесь располагается зона наиболее значительных землетрясений и крупнейших действующих вулканов Европы. Самой высокой точкой Апеннин является гора Корно-Гранде (2914 м). Вулканы сосредоточены вдоль западного побережья Италии и на дне Тирренского моря: Амиата, Вульсино, Везувий, Этна, Вультуре и др.

Наиболее крупными на **Балканском полуострове** являются Динарское нагорье, Албано-Пиндские горы, складчатые горы Стара-Планина, Рила-Родопский горный массив.

Продолжением Альпийско-Гималайского пояса в Азии является Малоазиатское нагорье. На севере длинной цепью тянется Понтийский хребет, на юге — горы Тавра.

Горно-долинный ледник и валунная морена.



Понтийский хребет (3937 м) сложен смятыми в складки осадочными породами мелового, эоценового и олигоценового возраста. Они местами прерваны гранитами или перекрыты покровами базальтов. Горные цепи часто бывают разделены межгорными впадинами. Горы Тавра (2200 м) выражены в рельефе несколькими цепями. В западной части они сложены палеозойскими, а в восточной части — мезозойскими и кайнозойскими породами. Анатолийское плоскогорье в центре полуострова Малая Азия состоит из обширных равнин (800 — 1100 м).■

Верхне-Дунайская равнина представляет в основе гигантский конус выноса из предгорьев Альп, наложившийся на неровный рельеф тектонического происхождения. Равнину окаймляют островные горы – остатки погрузившегося срединного массива. Разливы Дуная способствуют накоплению здесь огромных масс илистого и песчаного материала. Наиболее мощные аллювиальные и озерно-аллювиальные осадки накопились со временем на Средне-Дунайской равнине. Причина этого – в ее интенсивном прогибании. При средней абсолютной высоте в 80 – 85 м кристаллическое основание этой территории находится на 800 – 1200 м ниже уровня Мирового океана. Судя по возрасту осадков, залегающих в основании Средне-Дунайской равнины, прогибание вызвано активным тектоническим движением Альпийско-Гималайского пояса, и началось оно примерно 25 – 30 млн. лет назад. Начиная от южных склонов Карпат и вплоть до Динарского нагорья на равнине видны аллювиальные и эолово-аллювиальные песчаные поля, дюны, обширные конусы выноса. Довольно большие площади занимают лёссовые отложения.■



На западе США территорию штатов Вайоминг, Аризона и Невада пересекает река Колорадо. Длина ее составляет почти 3000 км; истоки располагаются на западных склонах Скалистых гор, а устье — в северной части Калифорнийского залива. Начинаясь в горах, река затем долгое время течет по плато того же названия, постепенно углубляясь в его недра. Плато Колорадо — высокая (более 1800 м) и сухая страна, где в течение года выпадает от 200 до 400 мм осадков. Зимой температура воздуха нередко опускается до −12°. На фоне однообразной всхолмленной поверхности плато возвышаются руины древних вулканов, отчетливо видны сухие долины и крупные ложбины. В низовьях русло реки пересекает несколько впадин и завершается дельтой, расположенной на юго-западной окраине пустыни Мохаве. В среднем течении река настолько углубилась в поверхность плато, что образовала цепочку каньонов, самым величественным и известным из которых является Большой Каньон. Он достигает длины 320 км, глубины — до 2000 м и ширины по бровкам — почти 30 км. Ступенчатые склоны каньона часто имеют вид колонн, нависших козырьков, глыбовых осыпей. Изрезанность склонов обусловила здесь появление необычайно красивых форм рельефа, получивших интересные названия: «Книжные утесы», «Каньонные Земли», «Долина памятников», «Живописная пустыня», «Красная стена» и др.■

Заснеженные пики гор и огромные ледники — характерные черты рельефа Памира и Каракорума.



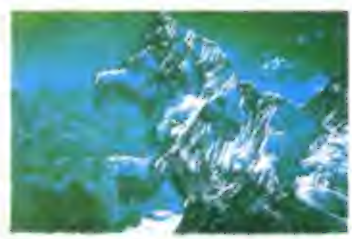
Армянское вулканическое нагорье (5156 м) находится к востоку от Анатолийского плоскогорья. Здесь можно видеть вулканические плато, конусы вулканов, провальные котловины и другие формы вулканического рельефа. В целом Армянское нагорье представляет собой огромный свод, приподнятый и расколотый на отдельные части.

Наибольшую площадь огромного **Иранского нагорья** (5604 м) занимают хребет Эльбурс, горы Загрос и обширные равнины между ними. Это активная сейсмическая зона, где происходят землетрясения силой до 10 баллов.

Горные страны **Гиндукуш**, **Памир**, **Гималаи** и **Тибетское нагорье** являются самыми высокими на нашей планете. Главная черта рельефа — очень глубокое расчленение. Мощность земной коры на границе Гималаев и Тибета достигает 70 км, что примерно на 30 км больше, чем на смежных территориях. Гималаи включают в себя огромную территорию длиной около 2500 км и шириной до 350 км. Эверест достигает 8848 м. Наиболее высокая часть Гималаев сложена кристаллическими сланцами, а Эверест — пермскими известняками.

Одним из самых эффектных горных узлов на поверхности Земли является **Памир**. В нем сходятся горные цепи Каракорума, Куньлуня, Гиндукуша. Здесь соседствуют высочайшие горы и высокогорное плато. Горные гряды с острыми зазубренными гребнями разделяют гигантские долины глубиной 2 — 3 км. В их верховьях лежат огромные ледники и ледниковые озера. Ученые полагают, что эти признаки указывают на продолжающееся до настоящего времени быстрое поднятие гор (1—2 см в год). Об этом же напоминают частые землетрясения, приводящие к крупным обвалам и разрушению склонов. Геологи предполагают, что Памирский горный узел был создан при столкновении литосферных плит.

На юго-востоке Альпийско-Гималайский пояс оканчивается **Бирманским нагорьем** (4149 м), сложенным гранитами, кристаллическими сланцами, известняками и песчаниками. Субмеридиональные хребты разделены здесь продольными впадинами. Осевые зоны сложены мезозойскими гранитами и сланцами. Похоже на него и **Шанское нагорье**.



Таким образом, для всего Альпийско-Гималайского пояса характерны динамичность и контрастность тектонических движений (в Альпах размах движений составил 10 — 12 км; в Карпатах — 6 — 7 км; в Гималаях — 10 — 12 км). Хотя вулканизм развивался не во всех горных странах этого пояса, но сейсмическая напряженность довольно высока. Зоны «сейсмического молчания» чередуются с зонами частых землетрясений силой до 10 баллов.■

Андийско-Кордильерский горный пояс при ширине от 600 до 1200 км протянулся на 18 тыс. км. Он начинается на Аляске и идет вдоль западных побережий Северной и Южной Америки.

Горы и плоскогорья Аляски отличаются разнообразным рельефом. Приморские равнины отделены от внутренних областей высокими хребтами, **Юконское плоскогорье** разбито на участки межгорными впадинами, а хребет Брукс непроходимой стеной отделяет Юкон от льдов океана на севере. В геологическом строении этой территории участвуют породы докембрийского, палеозойского и мезозойского возрастов. Они, как правило, смяты в



Горы и равнины пустыни Атакама в Южной Америке тянутся вдоль тихоокеанского побережья.

Европейцами Большой Каньон был обнаружен в 1540 г., когда военному отряду испанцев аборигены показали сверху реку Колорадо, протекавшую на такой глубине, что она иногда скрывалась в фиолетовой дымке. При этом индейцы наотрез отказались показать места, где они сами спускались на дно каньона. Из-за этого испанский отряд так и не смог пересечь реку Колорадо. Впоследствии миссионеры и путешественники не раз посещали эти места. В 1766 г. священник Франсиско Гарсес назвал реку на дне каньона Колорадо, что означало «цветная». Скорее всего, это произошло из-за красно-коричневого цвета воды в реке, обязанного своим происхождением размыву и попаданию в воду больших объемов красных глин, сползающих со склонов Большого Каньона. Однако только в 1869 г. Дж. Пауэлл смог успешно проплыть по всему каньону на плоту.■

Анды — одно из звеньев гигантского «огненного кольца» вокруг Тихого океана. Сотни вулканов шеренгами тянутся вдоль побережий, то удаляясь от них, то приближаясь к самому берегу.■

складки и смещены по зонам надвигов. Для востока Аляски характерны глубокие продольные рвы, тянущиеся далеко на юг.

Скалистые горы — это цепь высоких параллельных хребтов и горных массивов, вытянутая на 3200 км. Ширина цепи значительна (400 — 700 км), хотя и не постоянна. Толщина земной коры – около 40 км. Горы достигают высоты 4399 м. Тектоническая и геологическая структуры Скалистых гор на севере и юге заметно различаются. На севере видны глубокие рвы, глыбовые массивы. В центральной и особенно в южной части Скалистых гор широко распространены рифтогенные образования. До сих пор одной из геоморфологических загадок остается происхождение гигантского Рва Скалистых гор — узкой (около 6 — 12 км) трещины, вытянутой вдоль западного склона гор на 15 тыс. км. По разрывам в толще горных пород можно установить надвиги докембрийских толщ на мезозойские породы. Громадная длина Рва объяснима только тектоническими растяжениями земной коры. В центральной части главный хребет имеет ширину около 300 км. Южная часть Скалистых гор резко отличается от северной и центральной частей.

Между Скалистыми горами и морским побережьем расположены внутренние плато, горы и плоскогорья. Они включают плато Стикин, Нечако-Фрейзер, Колумбийское, Колорадо, а также провинцию Хребтов и Бассейнов. Внутренние плато и плоскогорья характеризуются волнистым рельефом с горами. Колумбийское плато (200 — 1000 м) сложено в основном вулканическими породами; Колорадо — горизонтально залегающими толщами осадочных пород и только провинция Хребтов и Бассейнов представляет собой уникальную территорию с необычным рельефом. Средняя высота ее – 1400 — 1700 м, максимальная — 4356 м.

По своему рельефу отличается от Скалистых гор и внутренних равнин **Мексиканское нагорье.** Это горная область с разобщенными грядами высотой 600 — 1000 м. Некоторые из них достигают 2500 м. Здесь есть обширные плато и вулканические массивы. Из наиболее известных вулканов можно назвать Попокатепетль (5452 м) и Орисаба (5747 м). Они отличаются хорошо выраженными коническими массивами.

В прибрежной зоне Тихого океана располагаются высокие хребты и глубокие впадины, а рельеф менее контрастный, хотя именно здесь находится самая высокая точка Америки – гора Мак-Кинли (6193 м). Характерная черта рельефа — исключительная раздробленность блоков, линейное расположение хребтов и впадин.

Альпийский рельеф.



Тибетское нагорье.



Землетрясения несколько раз в течение года сотрясают побережье Тихого океана, один раз в течение 4 — 8 лет наступление Эль-Ниньо приводит к катастрофическому выпадению осадков, сходу селевых потоков, углублению речных долин, наводнениям.
Между тем в вершинном поясе Эквадорских и Перуанских Анд расположены не только высокие горы, но и плоскогорья и равнины, не уступающие по своей высоте Тибетскому нагорью. Вместо многоводных рек, крутосклонных долин здесь преобладает более спокойный рельеф с глубокими оврагами, озерными равнинами, аридным рельефом.■

Многим из путешественников, причалившим на корабле к побережью Перу или Эквадора, открывается необычная картина: холмы и низкие горы расчленены густой сетью сухих долин, покрытых зарослями древовидных кактусов и сухих кустарников. Парадокс состоит в том, что в колючих «ветвях» и иглах кактусов на высоте 2 — 3 м над сухим руслом застряли речная галька и даже валуны. Объясняется это тем, что здесь за год выпадает всего от 50 до 120 мм осадков, однако почти все они принесены с ливнями. Бурные потоки быстро наполняют при этом сухие долины, перенося много ила, валунов и гальки. Рельеф на дне сухих долин почти ежегодно перестраивается. Обычно это происходит в «сезон дождей», т. е. с декабря по март.■



Анды.

Различия в крупных чертах рельефа этой части Андийско-Кордильерского горного пояса обусловлены прежде всего историей их формирования. Горные массивы Скалистых гор сформировались в конце мезозоя, когда на месте внутренних плато и плоскогорий еще существовали низменные равнины. Раздробленные, но менее активные в тектоническом отношении морфоструктуры Скалистых гор уже примерно 10 млн. лет назад превратились в крупные линейные хребты и впадины, а потом в систему чередующихся вулканических хребтов и плато, глыбовых гор, щелеобразных рвов.
Узкий и длинный перешеек, соединяющий Северную и Южную Америку, называют Центральной Америкой. Она характеризуется множеством вулканических массивов и хребтов, лавовыми плато и плоскогорьями. Густая сеть разломов пронизывает всю земную кору этого региона.
Андийско-Кордильерский пояс продолжается в Южной Америке. Наиболее характерная черта расположенных здесь Анд — разветвленная система хребтов, называемых Кордильерами. Они тянутся почти параллельно друг другу и разделены глубокими впадинами, высокими плато и плоскогорьями. Самый высокий горный массив Анд венчает гора Аконкагуа (6980 м).
По обе стороны Анд располагаются линейные прогибы. Они имеют разное происхождение. На севере пояс начинается субширотной полосой Венесуэльских Анд, которые без резких переходов сменяются Колумбийскими Андами. Самые крупные хребты здесь — Западная, Центральная и Восточная Кордильеры, как бы расходящиеся лучами из одного узла в районе массива Кумбаль на юге Колумбии.
Расположенные к югу Эквадорско-Перуанские Анды имеют ширину всего 320 — 350 км. Здесь отсутствуют изгибающиеся горные цепи. Средняя высота доходит до 4 — 5 км, а наивысшие отметки имеют вулканические массивы Чимборасо (6272 м) и Котопакси (5896 м). В этом районе отчетливо выражена в рельефе так называемая аллея вулканов — дно крупного грабена, заполненного пеплово-песчаными и щебнистыми от-



Вулкан Котопакси в Эквадорских Альпах.

ложениями и обрамленного с обеих сторон цепями вулканических конусов. На юге Перу поднятие межгорных котловин привело к образованию огромных плоскогорий.

Если двигаться к Андам со стороны Тихого океана, то горная цепь Анд возникает как-то сразу, без постепенного подъема. Путь преграждают ущелья с бурными потоками, склоны становятся очень крутыми, покрытыми желтыми пятнами свежих оползней и обвалов. В долинах практически нет речных террас.

Здесь можно начать подъем на Западную Кордильеру. Крутые склоны уходят вверх, автомобильная дорога извивается, приспосабливаясь к рельефу. И вот по обеим сторонам дороги появляются сухие степи, между куртинами трав отчетливо видна высохшая земля. На горизонте вырастают конусы вулканов, которые сначала не производят особого впечатления — их просто не с чем сравнивать. Неожиданно дорога начинает спускаться, и путешественник попадает на дно обширной депрессии, занятой многочисленными поселками, полями, пастбищами. Эту депрессию называют по-разному — аллеей вулканов, внутриандийской впадиной, полосой гигантских грабенов. Депрессия с обеих сторон окаймлена горными грядами Западной и Восточной Кордильер, ширина ее достигает 40 км.

Для жителей умеренного пояса такие рельеф и ландшафты во многом необычны. В Эквадоре и Перу их называют **парамо**, т. е. высокогорные равнинные сухие степи. Парамо занимает высотный пояс между 2800 и 4700 м. Холмистые равнины здесь — сочетания поверхностей, сложенных вулканическим пеплом и обломками, выброшенными при извержении вулканов. Отчетливо видны полосы **лахаров** — застывших горячих потоков.

В геологическом разрезе ландшафты парамо — «слоеный пирог», состоящий из разных пород и сохраняющий память о катаклизмах прошлого.■

Значительную роль в преобразовании рельефа парамо играют водотоки, которые возникли в результате интенсивных дождей, извержений вулканов и таяния ледников. Кроме того, обширные открытые пространства – это вотчина высокогорных ветров, даже создающих небольшие барханы. Пепловый покров способствует развитию огромных и глубоких оврагов. Глубина некоторых из них превышает 400 — 500 м. Плоские междуречья, сложенные песчано-глинистыми и щебнисто-глыбовыми отложениями, так тщательно «подметаются» ветрами, что на поверхности нередко обнажаются огромные глыбы, передвинуть которые ветру не под силу. Возникают фантастические ландшафты каменных лабиринтов, тянущиеся на сотни метров. В сезон дождей в парамо происходит интенсивный смыв почвы, в сухой сезон — пыльные бури.

Парамо – один из очень редких природных феноменов.■

Лестница водопадов в Андах.



Горы на дне Мирового океана изучены не так хорошо, как на суше. В самых крупных океанах – Тихом и Атлантическом, простирающихся по обе стороны от экватора, рельеф не может быть даже сравним с самыми значительными горными поясами на суше.

Тихий океан окружен с севера, запада и юго-запада окраинными морями, глубоко вдающимися в континенты. Основные морфоструктуры дна — это **срединно-океанические хребты** и **подводные котловины** с горным и равнинным рельефом.



Руины древнего города Мачу-Пикчу в Южной Америке.

Срединно-океанические хребты Тихого океана вытянуты на многие тысячи километров и местами приобретают вид широких и протяженных возвышенностей, которые нередко разбиты трансформными разломами на сегменты разного размера и разного возраста. Планетарная система срединно-океанических хребтов и возвышенностей в Тихом океане представлена широкими и слаборасчлененными Южно-Тихоокеанским и Восточно-Тихоокеанским поднятиями. Неподалеку от Калифорнийского залива Восточно-Тихоокеанское поднятие вплотную подходит к континенту Северная Америка. У этого хребта рифты слабо выражены, а местами отсутствуют. В рельефе чаще прослеживаются купольные возвышенности, отстоящие друг от друга на 200 — 300 км.

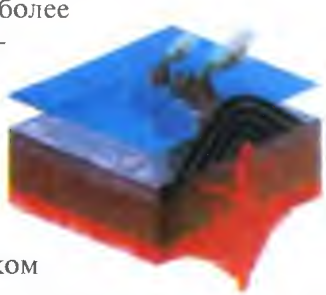
Горные сооружения в других частях Тихого океана представлены сводоглыбовыми хребтами, имеющими иногда дугообразные очертания. Например, северную дугу образует Гавайский вулканический хребет. Остров Гавайи представляет собой вершину поднимающегося над водой вулканического массива из щитовых подводных вулканов, слившихся своими основаниями. К югу от Гавайского хребта располагается горная система, длина которой достигает 11 тыс. км. На разных участках она имеет различные названия. Начинаются эти подводные горы от массива Картографов, затем переходят в горы Маркус-Неккер и далее представлены подводными хребтами вблизи островов Лайн и Туамоту. Эта горная система идет почти до основания Восточно-Тихоокеанского поднятия. По предположениям ученых, все эти горы — фрагменты бывшего срединно-океанического хребта.



Огромная Северо-Восточная котловина на дне Тихого океана лежит на глубине около 5 км (максимальная глубина ее составляет 6741 м). На дне котловины преобладает холмистый рельеф.■

К планетарным формам рельефа также относится **Атлантический океан** — второй по размерам и глубине среди океанов Земли. Он тянется от Гренландии до Антарктиды. Планетарной морфоструктурой является Срединно-Атлантический хребет, делящийся на три хребта: Рейкьянес, Северо-Атлантический и Южно-Атлантический. Хребет Рейкьянес прослеживается от острова Исландия к югу. Русский ученый О. К. Леонтьев полагал, что это даже не хребет, а нагорье с хорошо выраженными осевой и фланговыми зонами.

Северо-Атлантический хребет разбит на множество сегментов трансформными разломами, причем в месте их пересечения отмечены глубокие грабены, часто значительно более глубокие, чем осевая рифтовая впадина. Южно-Атлантический хребет имеет меридиональное простирание и разбит на сегменты такими же разломами. Ложе Атлантического океана не содержит особенно крупных подводных котловин, но плато и горы встречаются часто. Одна из наиболее крупных подводных котловин — Северо-Американская. В ее пределах обнаружены три плоские равнины.■



Система срединно-океанических хребтов в **Индийском океане** — третьем по величине океане Земли — отличается от подобных хребтов в Атлантическом

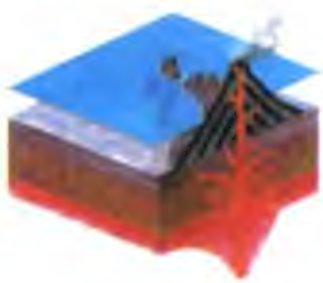


Вулканические острова — характерная черта Тихого океана.

«Огненное кольцо» вулканов вокруг Тихого океана почти по всему периметру соседствует с глубоководными желобами. Это единственный океан на Земле, где желоба опоясывают его на западе, севере и востоке.

В центре Тихого океана желобов нет, хотя встречаются глубокие вытянутые впадины.

Желоба же имеют гигантские размеры, несоизмеримые с формами рельефа суши. Так, например, длина Алеутского желоба (на севере Тихого океана) достигает 2800 км. Это такое же расстояние, как от Иркутска до Хабаровска.■



Когда плита, двигаясь, пересекает горячую точку, вулкан извергается.

океане тем, что они состоят из отдельных звеньев (Аравийско-Индийский, Западно-Индийский, Центрально-Индийский хребты; Австрало-Антарктическое поднятие), которые как бы сходятся в одной точке. Внутри такого узла находится глубокий каньон, который постепенно расширяется и приводит к распаду подводных гор на отдельные части.

На дне Индийского океана существуют и глубоководные котловины. Дно в них опущено на глубину 5 — 6 км. В рельефе Западно-Австралийской котловины (–6429 м) хорошо выражены подводные гряды и холмы. В самой большой Центральной котловине (–5290 м) на дне расположена наклонная поверхность аккумулятивного шлейфа с отчетливыми ложбинами — следами мутьевых потоков. Но посреди пологого шлейфа встречаются и горы высотой 3 — 3,5 км.

В северо-восточной части океана находится Восточно-Индийский подводный хребет протяженностью около 4800 км и относительной высотой около 4000 м. На обрывистых склонах этого хребта почти не встречается молодых осадков, а древний осадочный покров содержит внутри магматические тела. Хребет образовался на месте крупного меридионального разлома земной коры около 75 млн. лет назад (т. е. в позднемеловое время). Мощные излияния вулканических лав неоднократно приводили к появлению вершин хребта в виде островов, возвышавшихся над поверхностью океана.

Следуя теории «тектоники плит», срединно-океанические хребты в Индийском океане являются границами Африканской, Индо-Австралийской и Антарктической литосферных плит. Само дно представляет собой результат расползания этих плит.

В арктической области Северного полушария располагается **Северный Ледовитый океан** – сравнительно небольшой по размерам. Его площадь составляет около 13,1 млн. км², а средняя глубина — 1780 м. Кроме того, в его пределах находятся многочисленные окраинные моря и огромные подводные равнины материковых шельфов. Ширина некоторых из шельфов достигает 1300 км. Это самые большие мелководные равнины на нашей планете. Характерно, что в Северном Ледовитом океане отсутствуют глубоководные желоба. В точке Северного полюса глубина океана составляет около 4400 м.■



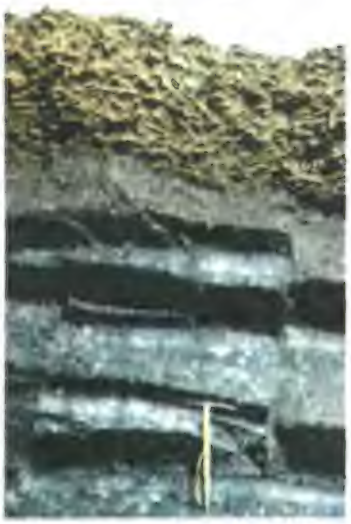
Смещение рифтовых долин в срединно-океанических хребтах происходит по трансформным разломам.

Если поместить на дно желоба Тонга, расположенного на юго-западе Тихого океана, гору Эверест, то она «утонет» в нем и еще сверху останется около 1,5 км толщи воды. Таковы соотношения между горами на суше и впадинами в океане.■



Острова бывают окаймлены цепочками коралловых барьеров. Рифы и острова – это самые верхние части подводных вулканов.





Горизонтальные прослои льда в толще морских многолетнемерзлых отложений в нижнем течении Енисея. В качестве масштаба — ледоруб.

Так выглядит ледовый комплекс, слагающий Яно-Индигирскую, Колымскую низменности и значительные пространства Новосибирских островов. Ледовый комплекс состоит из повторно-жильных льдов гигантской ширины и мерзлых грунтов в виде колонн, сцементированных прослоями льда разной толщины. Данный комплекс — это реликт последнего термического минимума (15 — 18 тыс. лет назад). В современных климатических условиях он протаивает и разрушается. Следы этого явления видны на переднем плане фотографии.

Что такое вечная мерзлота

Вечная мерзлота — это подземный лед и холод, проникающие в глубину недр на сотни метров и существующие в течение длительного времени. Отрицательная температура и наличие подземного льда являются специфическими признаками вечномерзлотных толщ.

Вечная мерзлота — это подземная часть **криосферы** — особой природной оболочки Земли, которая имеет постоянную отрицательную температуру и содержит значительные включения грунтового льда.

Подземный лед — самый загадочный и таинственный вид природного льда на Земле. Даже в наше время, которое называют эпохой информации и научно-технического прогресса, еще трудно наверняка сказать, как образуется лед под землей. Подземный лед — это часть более общего природного явления — **вечной мерзлоты**.

В других разделах дается представление о различных видах снега и льда, которые возникают при замерзании свободной воды, разделенной на мелкие капли либо находящейся в больших массах на поверхности земли. Но ведь вода присутствует также и под поверхностью земли. Ее называют грунтовой, или подземной, водой.

Грунтовая вода находится в самых разнообразных соотношениях с твердым минеральным скелетом горных пород. Отсюда и разнообразие подземных вод. Вода может образовывать подземные реки, если она фильтруется по пластам крупнозернистых (песчаных и галечных) пород. Существуют и подземные резервуары воды, напоминающие озера, которые возникают в крупных структурах земной коры — артезианских бассейнах. И все же больше всего грунтовой воды в порах,



тонких трещинках и капиллярах различных пород. Такая вода называется связанной, или пленочно-капиллярной. Ее молекулы притягиваются или адсорбируются поверхностными силами минеральных частиц грунта. Благодаря присутствию пленочно-капиллярной воды глинистые грунты приобретают пластичность.

Если кусочек пластичной глины, настолько легко поддающийся деформации, что из него нетрудно вылепить любую фигуру, положить в холодильник, то через некоторое время глина замерзнет и станет твердой, как камень. Кристаллы льда, возникшие при замерзании пленочно-капиллярной воды, содержащейся в глине, накрепко сцементировали частицы минералов, и образовался мерзлый грунт.

В принципе такой же процесс происходит в природе. Жителям стран Европы, Америки да и других стран хорошо знакомо явление кратковременного, или зимнего, промерзания почвы до небольшой глубины (несколько десятков сантиметров). Весной и летом сезонная мерзлота довольно быстро оттаивает.■

В отличие от сезонной вечная мерзлота существует уже 1 — 1,5 млн. лет. Это, разумеется, максимальная длительность мерзлого состояния грунтов. Естественно, в природе встречается и более молодая вечная мерзлота — возрастом всего в несколько лет. В вечной мерзлоте, толщина которой достигает сотен метров, большая часть грунтовой влаги в результате замерзания превращается в различные формы подземного льда – от единичных не видимых глазом кристаллов до огромных скоплений в виде многометровых пластов и жил. Термин «вечная мерзлота» следует понимать в смысле долговременности существования мерзлых толщ. На самом деле ничего вечного нет. Мерзлота, как и все на Земле, непрерывно меняется.■

Следы вытаявшей ледяной жилы в озерно-ледниковых отложениях близ Лейпцига (Германия).
Ледяная жила была заключена в вечной мерзлоте, когда 300 тыс. лет назад недалеко располагался ледник, а перед его фронтом земля промерзла на несколько сотен метров.





ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

История изучения вечной мерзлоты насчитывает около 350 лет и содержит немало волнующих, драматических страниц.

Установлено, что первые научные факты, свидетельствующие о реальности вечной мерзлоты, относятся ко второй половине XVII в. Русским ученым принадлежит приоритет в научном истолковании явления глубокого промерзания земной коры. Еще в XVIII в. они опубликовали данные, свидетельствующие о широком распространении вечной мерзлоты в Сибири и о находках в ее толще неразложившихся трупов мамонтов.

Ленские воеводы П. Головин и М. Глебов сообщали в 1640 — 1643 гг. царю в Москву: «А в Якутском-де, государь, по сказкам торговых и промышленных служилых людей, хлебной пашни не чаять; земля-де, государь, и середи лета вся не растаивает». Это было одно из первых достоверных сведений о наличии не тающей в течение лета мерзлой подпочве, или вечной мерзлоте. Про нее знали, конечно, казаки и землепроходцы – первые исследователи Сибири. А коренные жители этих мест знали о вечной мерзлоте всегда. Для них она была реальностью и служила естественным холодильником: в летнее время они закапывали мясо и рыбу в глубокие ямы на хранение.

Просвещенные люди России верили донесениям казаков-землепроходцев и ленских воевод и накапливали сведения о вечной мерзлоте. Через столетие этими сообщениями воспользовался М. В. Ломоносов и дал научное объяснение происхождения этого явления природы.■

Однако не все ученые считали сведения о вечномерзлой подпочве достоверными. Особенно много скептиков поставляла Западная Европа. Они никак не могли себе представить, что при существовании на сравнительно небольшой глубине вечной мерзлоты, т. е. при постоянных отрицательных температурах, здесь могут произрастать высокоствольные леса, которые в Сибири простираются до весьма высоких широт.

Известный естествоиспытатель Леопольд фон Бух даже в первой половине XIX в. писал: «Я вполне убежден, что должно считать совершенно ненадежными все известия, в которых утверждается, будто на глубине нескольких футов земля даже и летом была находима замерзшею в странах, где произрастают кустарниковые растения. Показания казаков не должно было бы употреблять для подкрепления столь странного и невероятного факта».■

Окончательный удар по сомневающимся и противникам реальности существования вечной мерзлоты нанесло

Вечная мерзлота — уникальный естественный холодильник. Это подтверждают многочисленные находки трупов мамонтов, шерстистого носорога, первобытного бизона, древней лошади и других животных, в настоящее время не живущих на Земле.

Самая знаменитая находка была сделана в 1972 г. на берегу притока реки Индигирки — реке Шандрин, где был обнаружен громадный мамонт, проживший 150 лет и пролежавший в вечной мерзлоте свыше 20 тыс. лет.■



Местные жители, находя в вечной мерзлоте туши древних животных – мамонтов, кормили их мясом ездовых собак.

Уникальной находкой явилась совершенно целая мерзлая тушка мамонтенка, со шкурой и шерстью, названного в многочисленных публикациях Димой. Его обнаружил летом 1977 г. бульдозерист старательской артели в верховьях реки Колымы, недалеко от поселка Сусуман, под двухметровым слоем мерзлого грунта.■



Отложения, в которых были заключены кости животного, первоначально находились в мерзлом состоянии, затем они протаяли в связи с потеплением климата и деградацией мерзлоты в Европе.■

Ученые, изучившие мамонтенка, пролежавшего в вечной мерзлоте много тысяч лет, сделали вывод, что его ткани прекрасно мумифицированы, как будто хранились в самых современных консервирующих средах.

На стоянках древнего человека исследователи находят кости мамонтов, которые использовались как строительный материал. Такой стоянке, например, в Межиричах на Украине 14 тыс. лет.■

ссоружение шахты в Якутске купцом Федором Шергиным. Шахта-колодец сечением 2,13 × 2,13 м была вырыта, чтобы найти грунтовую воду для питья, как это обычно делается и в наши дни вне зоны вечной мерзлоты. Работа длилась почти 10 лет — с 1827 по 1836 г. В результате была достигнута глубина 116,4 м, но пробить вечную мерзлоту и найти воду так и не удалось. Вряд ли современный человек может представить, какие колоссальные усилия потребовались для создания Шергинской шахты в те годы. Работать можно было только зимой, когда плотность воздуха на поверхности больше, чем у забоя шахты. Это обеспечивало естественную вентиляцию шахты. Летом нормальный воздухообмен невозможен, поскольку тяжелый холодный воздух в шахте остается неподвижным и не вытесняется воздухом с поверхности. А летняя жара в Якутске нередко достигает 30°С и более. Свечи у забоя гасли, рабочие задыхались, а об искусственной вентиляции в те далекие годы и речи быть не могло.■

Предоставившейся возможностью исследования вечной мерзлоты в шахте Шергина воспользовались ученые. Российская академия наук дала адъюнкту **А. Ф. Миддендорфу** (1815 – 1894), в будущем академику, специальное поручение измерить температуры грунта в шахте. В 1844 — 1846 гг. был проведен замер температур вечномерзлого грунта по всему разрезу шахты. На глубине 116 м температура оказалась равной — 3°С. А. Ф. Миддендорф впервые вычислил значения температурного градиента и определил мощность вечной мерзлоты: она оказалась равной 187 или 204 м при значении геотермического градиента соответственно 2,8° и 3,3° на 100 м. Эти данные были очень близки к реальным, полученным уже в наши дни по результатам бурения (210 — 214 м).

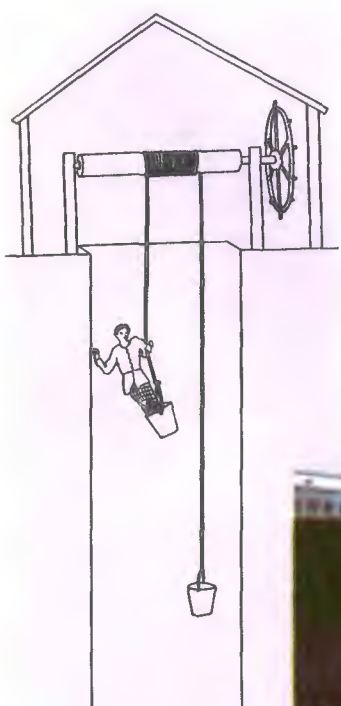
Первую в истории науки специальную экспедицию по изучению вечной мерзлоты провел А. Ф. Миддендорф. Его исследования произвели сенсацию в кругах ученых и просвещенных людей того времени.

Впоследствии шахта Шергина неоднократно использовалась для наблюдений за температурой вечной мерзлоты. Сейчас шахта объявлена историческим памятником и охраняется государством.

Тот, кто смог увидеть шахту Шергина, освещенную мощными прожекторами, висящими на тросе по всему разрезу шахты, и заглянуть в глубь вечной мерзлоты, не останется равнодушным. Зрелище поражает даже в наши дни.

В то время, когда некоторые ученые сомневались в реальности существования вечной мерзлоты, участники гидрографической экспедиции (1820 — 1823) на побережье моря Лаптевых и на Новосибирских островах обнаружили огромные залежи подземных льдов в многочисленных береговых островах. Многометровые ледяные жилы, по мнению участника экспедиции А. Е. Фигурина, образовались в результате замерзания воды, проникавшей в трещины, которые возникали в почве в результате ее неравномерного охлаждения.■

Шахта Шергина расположена в старейшей части Якутска и является одной из достопримечательностей города.





Вечная мерзлота как глобальное явление

Вечная мерзлота — явление глобального масштаба, она занимает не менее 25% площади всей суши земного шара.

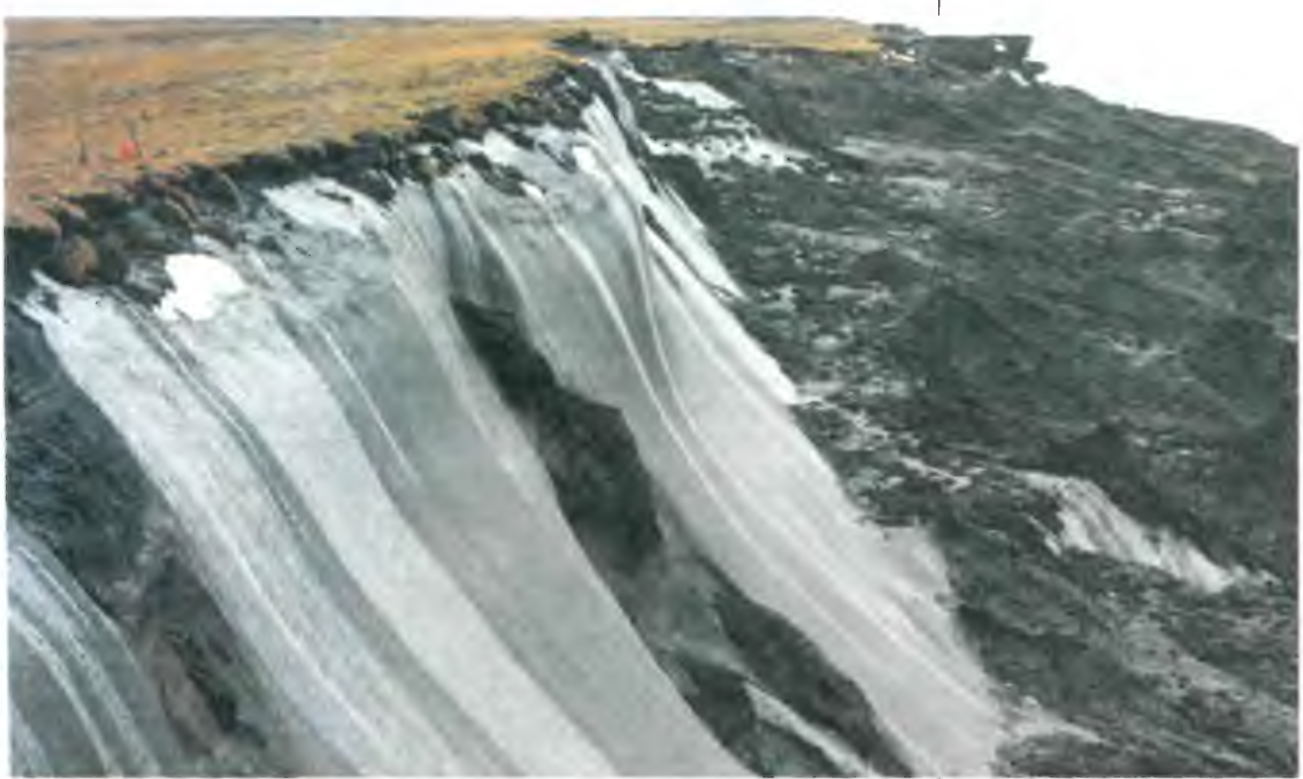
Вечная мерзлота — это природный феномен Северного полушария нашей планеты, где сосредоточена большая часть суши. Здесь расположены два крупнейших ареала вечной мерзлоты — азиатский и североамериканский, распространяющиеся от берегов Северного Ледовитого океана далеко на юг в глубь континентов.

Ареал вечной мерзлоты разделяется на три зоны: сплошного, прерывистого и островного ее распространения.

Зона сплошного распространения вечной мерзлоты расположена в северной части азиатского и североамериканского ареалов. Мерзлые толщи здесь встречаются повсеместно. Однако в некоторых местах вечная мерзлота отсутствует. Это так называемые **талики**. Они располагаются под крупными озерами, реками, вдоль тектонических разломов земной коры, на склонах южной экспозиции, в местах повышенного накопления снега, т. е. там, где верхние горизонты литосферы либо предохраняются от интенсивного выхолаживания, либо получают тепло дополнительно. В итоге даже в самых суровых климатических условиях талики не подвергаются многолетнему промерзанию.■

В России площадь вечной мерзлоты составляет примерно 11 115 000 км^2, т. е. более 65% ее территории. Это в 10 раз больше площади Франции, Великобритании, Федеративной Республики Германии, вместе взятых.■

Летом практически в любом районе вечной мерзлоты и особенно на равнинах поражает обилие воды — многочисленные озера, болота, ручьи, протоки, реки. Зимой, которая длится большую часть года, мелкие, средние реки, небольшие озера промерзают до дна. За зиму даже по таким могучим рекам, как Лена, Колыма, Индигирка, стекает мизерное количество воды, в сотни раз меньшее, чем летом.■



Ледовый комплекс северной Якутии – реликтовое образование. В современном ландшафте он проявляется очень слабо. Тонкий слой торфянистой почвы надежно предохраняет ледовый комплекс от протаивания сверху, с поверхности. Разрушается ледовый комплекс главным образом с боков, по берегам рек, озер, морей.

Если вечная мерзлота занимает не менее 90% территории, а остальная площадь приходится на талики, то эту территорию относят к зоне сплошного развития мерзлых толщ. Как видим, термин **«сплошная мерзлота»** достаточно условен; даже в самых суровых климатических условиях массивы вечной мерзлоты расчленяются таликами.

Южнее располагается **зона прерывистого массивно-островного распространения вечной мерзлоты**, где она занимает от 40 до 70% территории. Здесь особенно много таликов. Помимо отмеченных выше участков они занимают места с преобладанием грубообломочных и песчаных отложений, хорошо фильтрующих поверхностные воды, которые препятствуют глубокому промерзанию литосферы.

Южная часть области вечной мерзлоты занята **зоной островного развития мерзлых толщ**. В сравнении с зоной сплошного развития вечной мерзлоты здесь талики и участки вечной мерзлоты как бы меняются местами. На общем фоне талых грунтов в местах, где имеется дефицит тепла (склоны северной экспозиции, заболоченные участки с торфяно-моховым покровом и т. д.), присутствуют мерзлые толщи, общая площадь которых не более 10%, а чаще — намного меньше. Южная граница общего ареала вечной мерзлоты обычно включает все острова мерзлых толщ.

В Евразии вечная мерзлота занимает около 13 млн. км^2 и простирается от приполярных широт до 44° северной широты, а в Тибетско-Гималайской высокогорной области доходит до 28-й параллели. В Северной Америке площадь вечной мерзлоты меньше — 7,2 млн. км^2, ее южные пределы располагаются на широтах 52 — 56°, т. е. значительно севернее, чем в Азии. Причина этого различия заключается в том, что в холодных высокогорьях Азии граница вечной мерзлоты находится южнее.■



***М. И. Сумгин** (1873 — 1942) — основоположник науки о вечной мерзлоте. Он уточнил положение южной границы вечномерзлых толщ и составил карту вечной мерзлоты Евразии по типам ее географического распространения, высказал идею устройства музея-холодильника в толще вечной мерзлоты в научных целях, обосновал положение о деградации вечной мерзлоты в послеледниковое время. Рождение мерзлотоведения связывается с публикацией в 1927 г. книги М. И. Сумгина «Вечная мерзлота в пределах СССР».*



Единственный в мире Институт мерзлотоведения им. академика П. И. Мельникова, Якутск. Перед зданием института — скульптура мамонта, ставшего символом вечной мерзлоты.

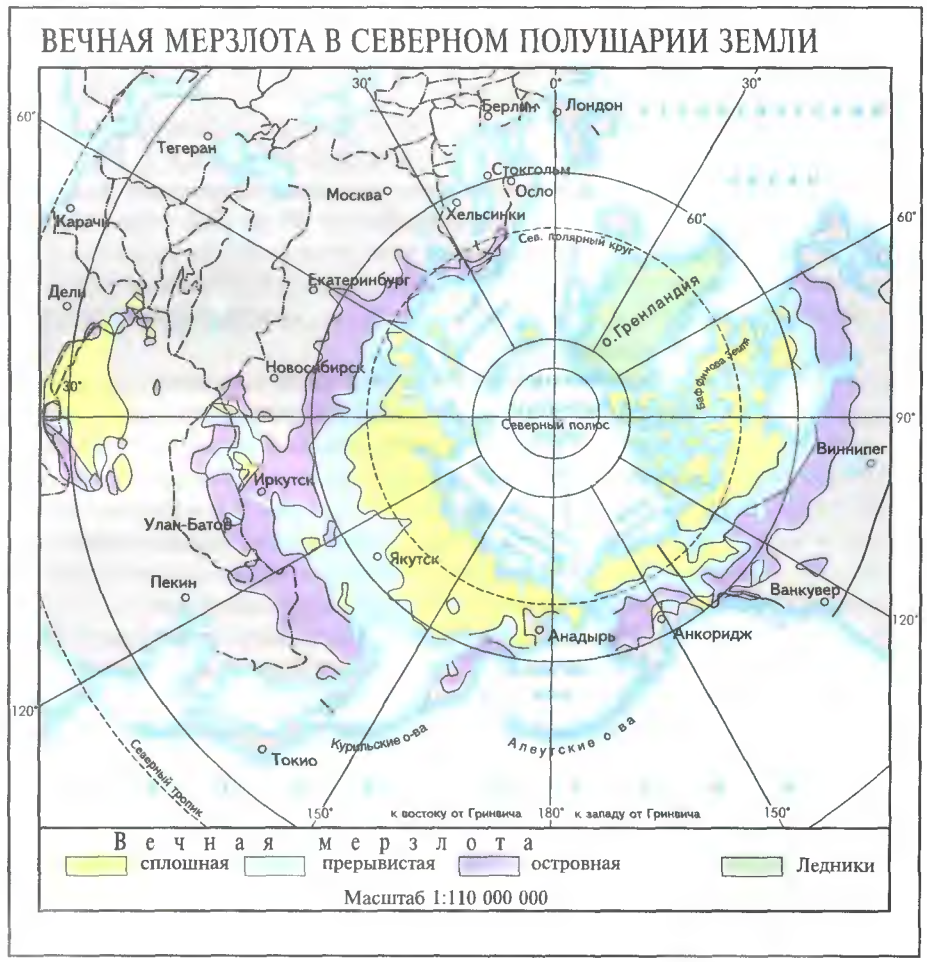


Пластовая залежь погребенного ледника, правый берег Енисея, на широте Полярного круга. Протаивание сопровождается катастрофическим нарушением ландшафта.

На географических картах Арктики долгое время помещались мифические земли, на которых никто никогда не был, их наблюдали лишь издали. Наиболее известны «Земля Санникова» в море Лаптевых и «Земля Андреева» в Восточно-Сибирском море. С «Землей Санникова» связаны многочисленные путешествия, специальные экспедиции, научные дискуссии и легенды, гибель людей. Известный географ и геолог, академик **В. А. Обручев** написал научно-фантастический роман «Земля Санникова», впервые опубликованный в 1926 г. и выдержавший несколько изданий. Идея романа была навеяна гипотезой о загадочной земле, сообщения о которой содержатся у многих полярных путешественников начиная с 1811 г., когда впервые русский промышленник и исследователь Новосибирских островов **Яков Санников** рассказал о большом острове к северу от острова Котельного. Сообщение Санникова побудило Адмиралтейский департамент снарядить особую экспедицию для описания Новосибирских островов и поисков неведомой земли.■

Работы экспедиции под руководством лейтенанта **П. Ф. Анжу** (1796 – 1869) велись в 1820 — 1823 гг., после которых он пришел к выводу об ошибочности открытия Санникова. Не все согласились с таким заключением, и в 1886 г. выдающийся исследователь Арктики **Э. Толль** (1858 – 1902) поставил вопрос о «Земле Санникова» перед Академией наук, которая организовала экспедицию для отыскания этой земли на судне «Заря». Но тогда «Земля Санникова» найдена не была.■





Благодаря горному рельефу острова вечной мерзлоты проникают далеко на юг. В Европе массивы вечной мерзлоты находятся в горах Скандинавии и Исландии, в Альпах, Пиренеях, Карпатах и на Кавказе. Естественно, что в горах вечная мерзлота начинается с определенной высоты, где среднегодовые температуры грунта не выше 0°С.

В Северной Америке вечная мерзлота равнин сливается на западе с мерзлотой Скалистых гор Канады. Но острова вечной мерзлоты в горах распространяются значительно южнее границ общего ее ареала на континенте. На территории США вечномерзлые толщи встречаются в Скалистых горах выше 2200 — 3500 м. Отдельные массивы вечной мерзлоты характерны для вершин высочайших потухших вулканов Мексики (выше 4600 м). В Южном полушарии, за исключением Антарктиды, вечная мерзлота — это элемент высокогорий. Наибольшая площадь (200 тыс. км^2) — в Южной Америке, в Андах. На севере вечная мерзлота распространена выше отметок 5000 — 5300 м, на юге — 1500 — 2000 м.

Имеется небольшой массив (11 тыс. км^2) вечной мерзлоты в Альпах южного острова Новой Зеландии. Здесь на широте 43° южной широты высотная граница вечной мерзлоты совпадает с высотой 1600 м. Острова вечной мерзлоты встречаются даже на Новой Гвинее на высоте 4500 м над уровнем моря.

Не была обнаружена «Земля Санникова» и после плаваний ледоколов «Таймыр» и «Вайгач» (1913), экспедиции на «Садко» в 1937 — 1938 гг. и поисков летчиков **А. Д. Алексеева** в 1938 г., **И. С. Котова** и **В. Т. Задкова** в 1944 г. к северу от острова Котельного. Но вопрос о существовании «Земли Санникова» и «Земли Андреева» вновь был поднят в 1947 г. на Всесоюзном съезде географов. **В. Н. Степанов** в своем докладе сделал вывод о существовании в недалеком прошлом этих земель, которые были сложены сильно льдистыми мерзлыми грунтами и ископаемым льдом. В настоящее время они растаяли и их остатки лежат на небольшой глубине.■



Горная, или, как ее еще называют, альпийская, вечная мерзлота занимает более половины территории северо-востока России, где расположены горные цепи.

Единственный материк, где вечная мерзлота отсутствует, — это Австралия. Даже в Африке предполагается наличие вечной мерзлоты на трех самых высоких горных массивах (выше 5800 м).

Сейчас известно, что некоторые ледники Антарктиды, Гренландии и других ледниковых районов движутся по мерзлому основанию. Следовательно, под ледниками — вечная мерзлота. Есть еще очень много неясного в том, как распространяются мерзлые толщи под ледниками. Под гигантскими ледниковыми покровами Антарктиды и Гренландии возможно в ряде мест донное таяние и отсутствие мерзлого основания. И все же значительные территории Антарктиды и Гренландии заняты вечной мерзлотой, которую называют **подледниковой**, или **субгляциальной**. Вечномерзлые толщи распространены не только на суше. Они были обнаружены в морях Восточно-Сибирском и Лаптевых. Эти острова являются остатками огромной древней равнины, соединявшей Азию и Северную Америку и разрушенной наступающим морем в последние 10 тыс. лет. На мелководьях шельфов морей Бофорта, Лаптевых, Восточно-Сибирского, Карского вечная мерзлота залегает на разной глубине и простирается от берега на многие десятки и сотни километров. Мощность шельфовой мерзлоты достигает нескольких сотен метров. Шельфовая мерзлота получила название **субаквальной**.

На континентах вечная мерзлота охватывает самые разнообразные типы рельефа — от низменностей и равнин до высокогорий. Она распространена в различных климатических поясах и ландшафтных зонах — от арктических пустынь и тундр до степей и полупустынь.

Главные планетарные закономерности в распространении вечной мерзлоты объясняются совместным проявлением широтной географической зональности и высотной поясности. Некоторые исследователи, стремясь подчеркнуть влияние этих двух глобальных факторов на распространение вечной мерзлоты, разделяют вечномерзлые толщи континентов на мерзлоту приполярную и альпийскую, или горную.

Приполярная вечная мерзлота развита на низменностях, равнинах, плато, плоскогорьях, горах. Альпийская вечная мерзлота — это часть горного ландшафта, ее возникновение обусловлено исключительно высотным фактором.■



Лед разного состава — это одно из самых распространенных веществ во Вселенной. Как показали космические исследования, огромные массы льда находятся, помимо Земли, на Марсе, Юпитере, Сатурне, а некоторые спутники этих планет сложены почти целиком из льда. Весьма вероятно, что и на более удаленных планетах Солнечной системы лед также присутствует, и в немалых количествах.



Вполне допустимо, что в космосе лед станет одним из ведущих строительных материалов. В условиях космического холода лед превосходит по прочности металлы. Космические ледяные конструкции будут отличаться большой устойчивостью и смогут существовать долго, принимая ту необходимую форму и размеры, которые понадобятся человеку.■



В прибрежных районах Антарктиды, где мощность покровного ледника меньше по сравнению с центральной его частью, ложе ледника постоянно находится в мерзлом состоянии. Мощность подледной вечной мерзлоты достигает нескольких сотен метров.

Температура и мощность вечной мерзлоты

Температура и мощность вечной мерзлоты — важнейшие характеристики, определяющие ее устойчивость. Как правило, эти параметры меняются с разной последовательностью. Сначала — температура, а затем — мощность.

Минимальные температуры обычно наблюдаются в приповерхностном слое вечномерзлой толщи, а по мере углубления температура повышается до 0°С на подошве. Температура мерзлых толщ непостоянна. В верхнем горизонте она изменяется в течение года. Весной и летом верхние слои постепенно нагреваются, а самый верхний нагревается настолько, что оттаивает на небольшую глубину. Осенью и зимой этот слой промерзает и температура достигает минимальных значений. Колебания температуры, происходящие в верхнем слое в течение года, называются сезонными колебаниями, и они постепенно затухают на некоторой глубине (обычно 10 — 15 м). Ниже температура вечномерзлой толщи остается постоянной в течение года. Но это не означает, что на больших глубинах температура вечной мерзлоты не изменяется вообще. Здесь она также нестабильна, но изменения происходят медленно вслед за вековыми, тысячелетними и более длительными колебаниями климата. Когда говорят о температуре вечной мерзлоты, то имеют в виду среднегодовую температуру на глубине, где прекращаются сезонные колебания температуры.

Среднегодовые температуры вечной мерзлоты изменяются в широких пределах – от 0 до —15°С. Минимальные температуры вечной мерзлоты наблюдаются в самых северных пределах ее ареала, в зоне сплошного распространения. К югу температура вечной мерзлоты постепенно становится выше и на южной границе равна 0° С.

Широтная температурная зональность мерзлоты сочетается с вертикальной поясностью в горах, где по мере подъема температура вечной мерзлоты понижается.■



Толщина вечной мерзлоты увеличивается с юга на север — от 3 — 4 до многих сотен метров. Однако в каждом конкретном районе толщина мерзлоты зависит от геологического строения земной коры, водонасыщенности промерзших толщ, рельефа, глубинных потоков тепла и т. д. В горах, расположенных в пределах ареала вечной мерзлоты, ее мощность обычно резко возрастает. Так, в северном Забайкалье, на хребте Удокан, мощность толщ, имеющих отрицательную температуру в течение всего года, достигает 1300 м, а в высокогорных частях Памира и Тянь-Шаня подобные толщи могут иметь мощность в 2,5 — 3 км. По сравнению с горными системами мощность мерзлых толщ на равнинах выглядит не столь впечатляюще: на севере Западной Сибири это 400 — 600 м, в районе устья реки Лены — 600 — 650 м.

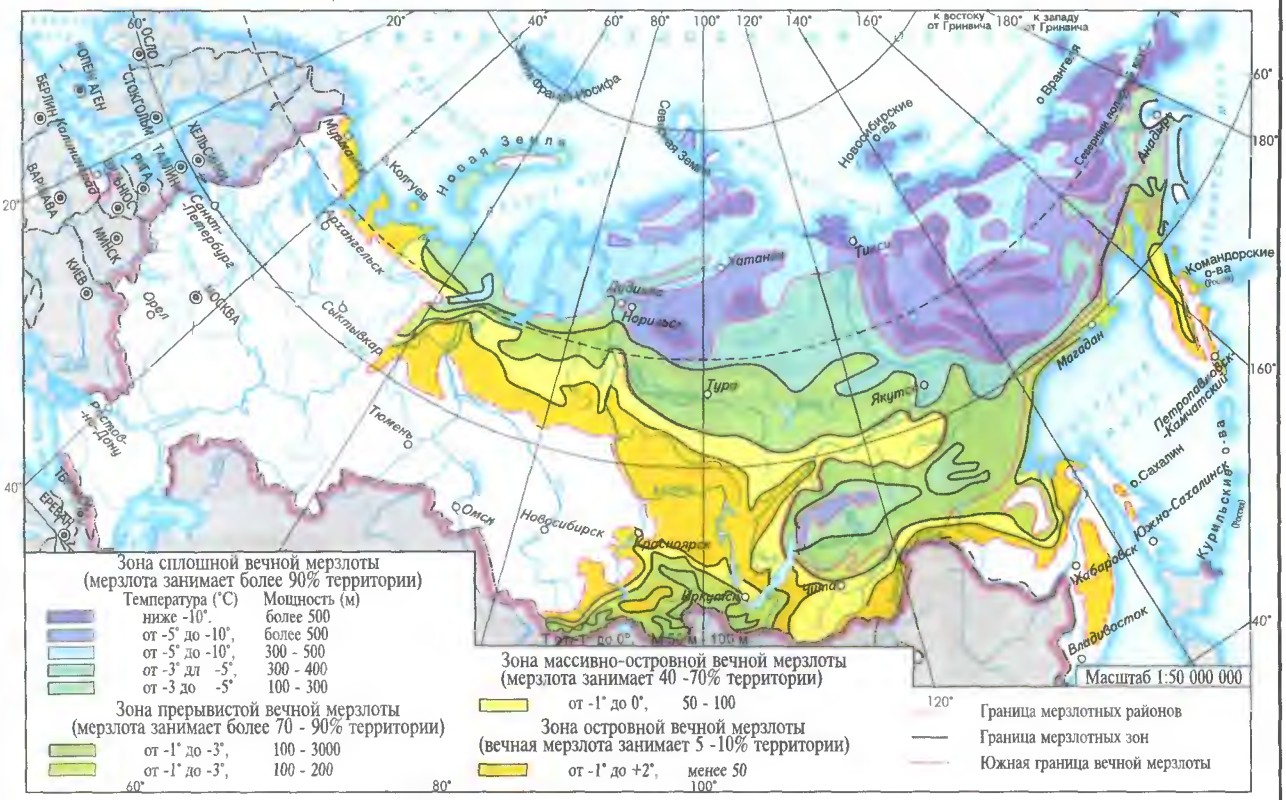
Как видим, даже самые большие мощности вечной мерзлоты на 3 — 4 порядка меньше радиуса Земли, а в масштабах земной коры составляют небольшую ее часть. Даже на Марсе, где вечная мерзлота охватывает всю поверхность планеты от полюса до полюса, включая экваториальный пояс, вертикальное ее развитие не превышает 5 км. И это при условии, что средняя температура поверхности Марса −53°С. Средняя же температура поверхности Земли намного выше +14°С. Из этого сравнения ясно, что если мощность вечной мерзлоты и увеличивалась на Земле в эпохи похолодания, то марсианских масштабов она не достигала.■



Меркурий в силу своей небольшой массы не удержал не только тяжелые газы, но и легкие, а потому практически лишен атмосферы — давление у поверхности составляет всего 1 мм рт. ст. В небольших количествах в его атмосфере содержатся азот и углекислый газ. В недрах Меркурия предполагается наличие свободной, а также физически и химически связанной воды. На теневой стороне планеты в атмосфере, на поверхности и литосфере возможны кратковременные образования кристаллоконденсатов углекислоты совместно с водой или отдельно.

На Марсе в атмосфере – постоянный холод, в литосфере на всей планете – вечная мерзлота, а в полярных областях наблюдаются полярные «шапки» кристаллоконденсатов, состоящие из воды и углекислоты. Летом южная «шапка» исчезает.■

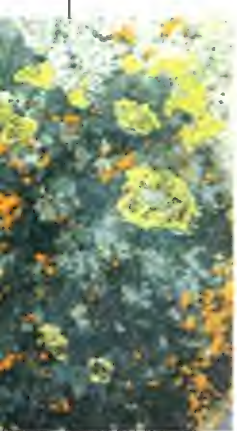
ТЕМПЕРАТУРА и МОЩНОСТЬ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ



Слой сезонного оттаивания

Велика роль слоя сезонного оттаивания. Именно благодаря ему в зоне вечной мерзлоты возможно произрастание высших растений: трав, злаков, кустарников и даже деревьев.

Вечная мерзлота начинается не от поверхности земли, а с некоторой глубины, изменяющейся в зависимости от географической широты, абсолютной высоты и местных условий — состава почв грунта, растительности, увлажнения и др. Толщина слоя сезонного оттаивания, или, как его иногда называют, **«деятельного слоя»**, меняется от 0,2 — 0,3 м на севере до 4 — 5 м на юге области вечной мерзлоты. Ежегодно в теплый сезон года деятельный слой оттаивает и затем осенью и зимой вновь замерзает, сливаясь с массивом вечной мерзлоты. В летние месяцы температура оттаявшего слоя, его верхних почвенных горизонтов достигает –10 — 15°С. Глубина летнего оттаивания минимальна на торфяниках и под моховым покровом (0,2 — 0,3 м), суглинистые почвы оттаивают на большую глубину (до 1 — 1,5 м), а на песках, гравийно-галечных и щебнистых грунтах глубина оттаивания всегда максимальна (более 2 — 2,5 м).



Экологическая роль слоя сезонного оттаивания исключительно велика, в нем располагается корневая система растений, которая развивается преимущественно в горизонтальном направлении.

В северных районах вечной мерзлоты – тундровый тип растительности. Однако большая часть территории с вечной мерзлотой покрыта тайгой. (В азиатском ареале вечной мерзлоты в тайге преобладает сибирская разновидность лиственницы.) На юге зоны вечной мерзлоты встречаются даже степи, которые широко представлены в Монголии.

Условия произрастания растений в области вечной мерзлоты весьма суровы — низкие температуры, пониженная скорость почвообразования, небольшая (15 — 25 см)



В северной части тундры широко распространены мхи и лишайники. На каменистой почве селятся накипные лишайники.



На Антарктическом полуострове — длинном выступе, окруженном относительно теплым морем, произрастают антарктические лишанки — родственницы гвоздики (слева) и антарктический аир (справа).

Зимой, когда влажные мохово-торфянистые покровы промерзают, они почти не изолируют подстилающие грунты от сильного охлаждения. В летнее время мхи и торф высыхают, становятся пористыми и поэтому плохо проводят тепло. Таким образом, они изолируют мерзлые грунты от протаивания и способствуют их сохранению в течение длительного времени.■



Важенка с олененком.

Растительность является очень важным фактором развития вечной мерзлоты. Одни виды растительности способствуют повышению температуры вечной мерзлоты, а иногда даже ее деградации. Другие виды растительности, наоборот, ведут к накоплению холода в грунтах. Особенно большое влияние на вечную мерзлоту оказывают мхи и торфянистые грунты, под которыми простираются мерзлые острова далеко на юг от геофизической южной границы вечной мерзлоты, за которую принимается линия, соединяющая пункты, где температура поверхности грунта нулевая.■

мощность плодородного горизонта, бедность почвы питательными веществами. Видовой состав растений, приспособленных к жизни на вечной мерзлоте, ограничен. У них ослаблена корневая система, деревья малы по размеру, с чахлой кроной.

Совсем другую экологическую роль играет слой сезонного оттаивания во внутриконтинентальных районах Азии с засушливым климатом, где испарение превышает осадки, например в центральной Якутии. Здесь слой сезонного оттаивания становится своеобразным коллектором почвенной влаги благодаря конденсации водяного пара в нижних его горизонтах, в непосредственной близости от вечной мерзлоты, где температура в летние месяцы не столь высока, как на поверхности. Не будь этого, на обширных пространствах центральной Якутии и юга средней Сибири простирались бы безжизненные пустыни.■

По характеру распространения вечной мерзлоты ясно, что глубокое промерзание земных недр возможно в условиях сурового холодного климата, продолжительных зим, отрицательных среднегодовых температур воздуха, небольшого снежного покрова, плохо защищающего почву от выхолаживания.

Вечная мерзлота возникает в условиях дефицита солнечной радиации и тепла, приносимого воздушными массами. Северная часть евразиатского континента в наибольшей степени отвечает этим условиям, и именно здесь расположен самый обширный ареал вечной мерзлоты.

Максимального развития вечная мерзлота достигает в областях с холодным и сухим климатом, с небольшим количеством снега, что ограничивает возможности развития ледников. С этой точки зрения Азия, на большей части которой господствует континентальный климат, также весьма благоприятна для глубокого промерзания земных недр. Не случайно именно на севере Азии зафиксированы рекордные глубины проникновения отрицательных температур — 1450 м.■



В южной части тундры растительность более разнообразна. Наибольшие площади занимают кустарничковые тундры с карликовой березой и ползучей ивой.

Любимая пища северного оленя — ягель, один из видов наземного лишайника. Ягельники — оленьи пастбища. Если они будут уничтожены в результате перевыпаса или пожара, животных ожидает голод. Восстанавливается ягель очень медленно, в течение многих десятков лет.



Толокнянка — небольшой вечнозеленый кустарничек с красными ягодами, типичное растение арктической тундры.



Подземный лед

Подземный лед — это важнейший компонент вечной мерзлоты. Отрицательная температура создает условия для возникновения льда в грунтах.

Присутствие льда в мерзлой толще кардинально меняет ее свойства по сравнению с исходным, немерзлым грунтом. В то же время большие массивы скальных грунтов или грунтов, насыщенных достаточно концентрированными растворами, могут иметь отрицательную температуру и при этом совсем не содержать льда. Подобные толщи получили название морозных, в отличие от мерзлых, т. е. содержащих лед.

Количество льда в вечномерзлых толщах разного типа неодинаково. Его содержание изменяется от долей процента, а в некоторых горизонтах и до 100%.

Вечная мерзлота равнин и горных впадин, где промерзли толщи рыхлых грунтов, отличается более сложным распределением льда, значительным содержанием разных типов подземного льда по сравнению с горными массивами и хребтами.

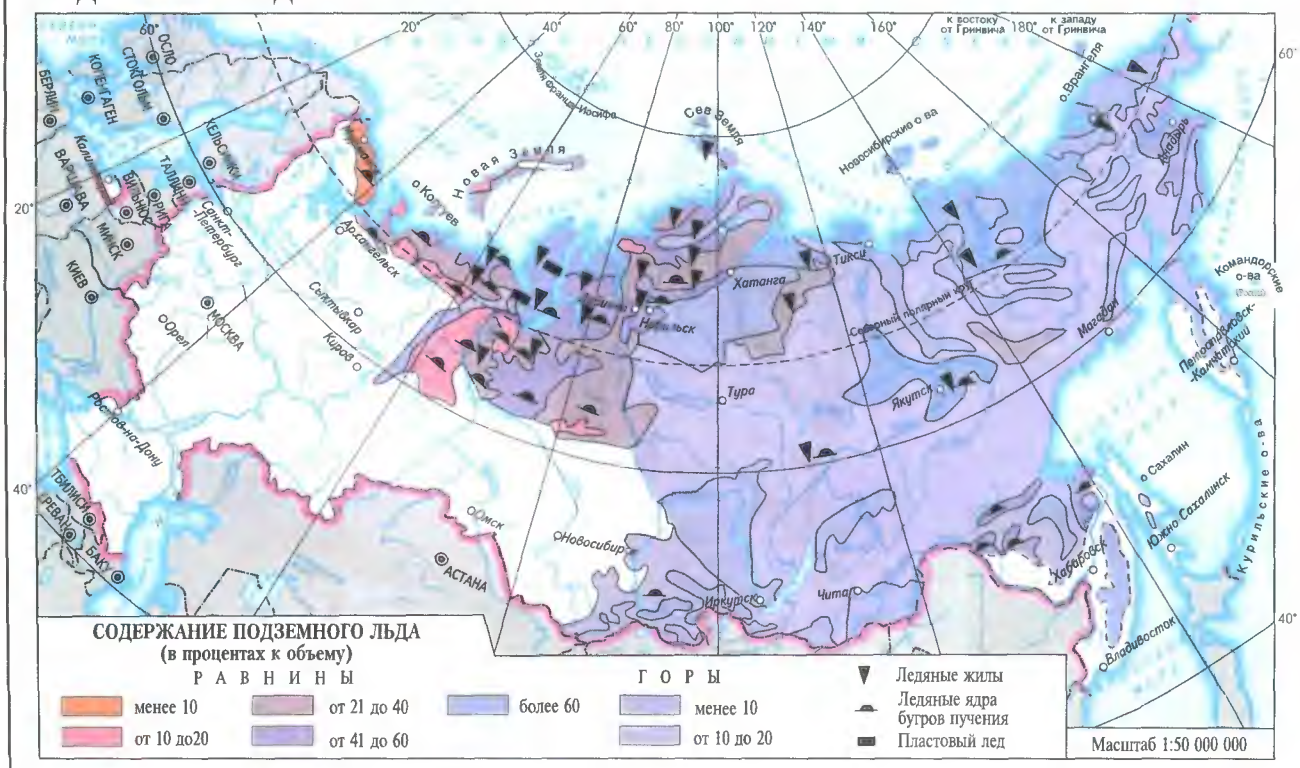
Подземные льды очень разнообразны. Наиболее распространены ледцемент и сегрегационный лед.■

Лед-цемент — непременный компонент всех типов мерзлых рыхлых грунтов. Он как бы создает их общий ледяной микрокаркас, на фоне которого развиваются другие, более крупные включения льда.■

Фронтальное вытаивание реликтового ледового комплекса, сложенного повторно-жильными льдами.



ПОДЗЕМНЫЙ ЛЕД В ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЕ





Лед-цемент — это мелкие, чаще всего не видимые глазом кристаллы льда, заполняющие поры и небольшие трещинки в грунте. Образуется в результате замерзания воды и сублимации водяного пара в порах и капиллярах, существующих в грунте. Этот вид льда потому и называется цементом, что он как бы цементирует отдельные минеральные частицы в единую монолитную массу мерзлой толщи.■

Сегрегационные льды образуются при промерзании влажных глинистых грунтов. В этом случае грунтовая масса разделяется на ледяные линзочки, прослои, прожилки (ледяные шлиры) и прослои глинистого грунта, сцементированного отдельными кристаллами льда. При формировании сегрегационных льдов происходит перемещение воды из глубоких слоев грунта к фронту промерзания. Таким образом, мерзлый грунт обогащается льдом. В зависимости от темпов промерзания, влажности, типа грунта может сильно меняться форма и толщина ледяных шлиров — тонких слоев льда — от долей миллиметра до нескольких сантиметров.

При промерзании массивов твердых коренных пород лед образуется за счет воды, циркулирующей по тектоническим и иным трещинам, а также водяного пара, который, сублимируясь на холодных стенках трещин, создает ледяные щеточки.■

Крупные включения подземного льда наиболее интересны для исследователей. Особое внимание привлекают огромные вертикальные жилы и горизонтальные пласты льда. Жильные льды встречаются на Яно-Индигирской, Колымской, Центрально-Якутской низменностях. Этот вид льда залегает в мерзлой толще в виде вертикальных жил или клиньев шириной до 7 — 8 м. Ледяные жилы создают решетчатый каркас, образовавшийся в результате пересечения двух взаимно перпендикулярных рядов жил. Ледяные жилы могут достигать 10 — 20 м и даже более.

Как же возникают такие льды? Зимой, когда полностью промерзает слой летнего оттаивания, мерзлота образует сплошной монолит, простирающийся в глубь поверхности на многие метры. В области вечной мерзлоты при сильных морозах происходит охлаждение массивов мерзлых толщ. Они испытывают своеоб-



Остров Большой Ляховский, пролив Дмитрия Лаптева. Сложен ледовым комплексом, который образует уступ высотой 15 — 20 м. Под воздействием морских вод, волнения и солнечной радиации уступ каждый летний сезон отступает в глубь острова на 5 — 7 м.

Консервирующие свойства вечной мерзлоты позволяют сохранять пищевые продукты в течение многих десятилетий. В сентябре 1900 г. первая русская полярная экспедиция на шхуне «Заря» под руководством барона **Э. В. Толля** на полуострове Таймыр сделала продовольственный склад. В шурфе глубиной 1,4 м, вырытом в вечномерзлом грунте, были оставлены сухари, 48 банок консервированных шей, овсянка, сахар, шоколад, чай. В июле 1973 г. склад обнаружила экспедиция газеты «Комсомольская правда». Лабораторными анализами в Москве было установлено, что овсянка и сухари сохранили все свои питательные свойства и вполне пригодны для употребления. Через год экспедиция «Комсомольской правды» вновь посетила склад Толля. Часть продуктов доставили в Москву и после исследований их продегустировали. Через 75 лет ученые и дегустаторы с аппетитом ели щи с мясом и кашу, пробовали шоколад и пили чай фирмы «Цзинь Лунь». Только чай несколько утратил вкусовые и ароматические качества.■

разный тепловой удар и растрескиваются на поверхности. Трещины называются **морозобойными**. И действительно, образование трещин сопровождается сильным шумом.■

Морозобойные трещины образуют в плане геометрически правильную, тетрагональную или гексагональную сеть, что объясняется закономерным распределением напряжений в мерзлых грунтах при их охлаждении. Морозобойные трещины не только рассекают поверхность почв, но и проникают в глубину на 5 — 6 м. Весной, когда верхние слои грунта оттаивают, в трещины затекает талая вода, которая, просачиваясь вниз, замерзает при соприкосновении с мерзлыми стенками трещины. Так возникает элементарный ледяной клин. Высота его, считая от подошвы слоя летнего оттаивания, составляет несколько метров, а ширина всего 1 — 3 см.

Морозобойные трещины обладают одним замечательным свойством — постоянством места своего возникновения. Из-за того что лед имеет меньшую прочность на разрыв, чем мерзлый грунт, морозобойные трещины из года в год образуются на одном и том же месте. Поэтому этот тип подземного льда был назван **повторно-жильным**. Ледяной клин растет в ширину и за столетие может достигнуть 2 — 3-метровой ширины.

Но, пожалуй, самое удивительное в том, что ледяные клинья растут не только вширь, но и в высоту. В это трудно поверить. Многих исследователей ставили в тупик реально существующие жилы льда вертикальной протяженностью в несколько десятков метров, тогда как теоретически максимально возможное морозобойное растрескивание не может быть больше 10 — 12 м, а обычно оно равно 5 — 6 м.

Объяснение этому явлению нашел российский географ-мерзлотовед А. И. Попов. Он выдвинул концепцию синхронного роста жил и осадконакопления, которое повышает поверхность Земли. В результате жилы льда растут вверх. Подобное сочетание морозобойного растрескивания, роста жил и осадконакопления существует в природе и сейчас на поймах северных рек — Яны, Лены, Колымы и других, а также у подножий склонов, где скапливаются современные речные и склоновые отложения.■

Происхождение мощных повторно-жильных льдов, широко распространенных на севере Восточной Сибири и Новосибирских островах, вызвало оживленную дискуссию ученых, которая продолжалась с конца XIX и до середины 50-х гг. XX столетия. В ней можно обнаружить немало драматических страниц и интересных сюжетов.

В конце XIX и до середины XX в. в научной среде бытовало мнение, что льды — это погребенные остатки древних ледников. И только в 1952 г., когда была разработана концепция роста повторно-жильных льдов, такая точка зрения была пересмотрена. Любопытно, что еще в 1820 — 1823 гг. участвовавший в экспедиции Гидрографического департамента на побережье моря Лаптевых и Новосибирских островах медик А. Е. Фигурин исследовал многочисленные обнажения залежей подземных льдов по берегам рек и отнес их к повторно-жильным. Подобное заключение ему, безусловно, помогли сделать наблюдения за формированием морозобойных трещин. Но значительная вертикальная протяженность повторно-жильных льдов А. Е. Фигуриным не объяснялась.■

Особое место среди подземных льдов занимают ледяные пещеры.

Встречаются они как в пределах ареала вечной мерзлоты, так и вне его, на многие сотни километров южнее его границы и на низких абсолютных отметках, что исключает влияние фактора высоты.

В северной Евразии известно более 500 карстовых и других видов пещер, где постоянно присутствует лед в больших количествах.

Наибольшую известность получили Кунгурская ледяная пещера на Урале, Добшинская пещера-ледник в Словакии. Кунгурская ледяная пещера при общей длине ходов 5600 м имеет зону постоянного оледенения около 120 м. В Бриллиантовом и Полярном гротах можно видеть ледяные кристаллы на стенах, наплывы льда на полу, ледопады, сталактиты, сталагмиты, сталагнаты. Низкая температура в пещерах объясняется характером циркуляции воздуха. Холодный зимний воздух, проникающий в пещеры, замораживает подземные воды и проводит сублимации водяного пара. Летом компенсационного отепления не происходит, так как теплый воздух легче холодного и в отдаленные части пещеры он не проникает.■

Ледяные сталагмиты и сталагнаты (колонны) в Кунгурской пещере.





***А. И. Попов** (1913 — 1993) — российский ученый-географ и мерзлотовед, один из создателей криолитологии — науки о подземных льдах и составе мерзлых грунтов, автор районирования области вечной мерзлоты по генетическим типам подземного льда.*

Самые же крупные включения льда в толще вечной мерзлоты – это так называемые **пластовые льды**. Они представляют собой преимущественно горизонтально ориентированные пласты льда, простирающиеся на многие сотни метров. Их вертикальная мощность колеблется от нескольких метров до десятков и более. Пластовый лед встречается, как правило, в верхних горизонтах мерзлых толщ (до 40 — 50 м), но известны пластовые льды и на больших глубинах – до 100 — 150 м.

Пластовые льды широко распространены на севере Западной Сибири, на Чукотке, северо-западе Канады и на Аляске. В некоторых случаях они имеют горизонтальную слоистость, иногда пластовые льды сильно деформированы, смяты в складки, так же как и вмещающие их мерзлые грунты. В ряде случаев пластовые льды залегают в виде крупных наклонных слоев. Лед пластовых льдов либо чистый, без включений, либо содержит небольшие слои мерзлых суглинков, песка, валунов.

Среди мерзлотоведов нет единства в понимании происхождения крупных пластов льда, заключенных в мерзлых толщах. Собственно само наличие пластовых льдов таких больших размеров и их широкое распространение в упомянутых районах установлены относительно недавно — в конце 60 — начале 70-х гг. XX столетия.

Проблема происхождения пластовых льдов еще далека от решения, так как ученые-мерзловеды не имеют единого взгляда на природу этого удивительного феномена.■

Разрез типичной ледяной жилы. Видна вертикальная полосчатость льда — следы элементарных ледяных жилок. При росте в ширину ледяной клин отжимает вмещающий мерзлый грунт и деформирует его.



Мерзлотные формы рельефа

Мерзлотные формы рельефа возникают в результате изменения строения поверхности Земли различными криогенными процессами: морозобойным растрескиванием почвы, протаиванием подземного льда и пучением.

Наледи – это ледяные поля различных размеров и очертаний. Возникают они в результате неравномерного промерзания речных, озерных вод и подземных источников воды зимой, в сильные морозы. Увеличение напора воды приводит к прорыву слоев промерзшего грунта, излиянию воды на поверхность, где она и замерзает, образуя наледь. Нередко прорывы воды на поверхность сопровождаются взрывами. Слоистость наледи – результат цикличности излияний воды на поверхность. Особенно благоприятные условия для формирования наледей создаются в горных районах, где резко континентальный климат с морозными и малоснежными зимами.■

Наледи представляют большую опасность для многих сооружений, особенно для шоссейных и железных дорог. Наледь провоцируется даже незначительными изменениями природы. Например, на дорогах зимой убирается снег, в результате под полотном дороги грунт промерзает глубже. Мерзлый барьер под дорогой становится препятствием для потока подземной воды на прилегающем склоне. Поэтому на склоне начинают образовываться наледи.

Наибольшее количество наледей встречается в Забайкалье и Верхояно-Колымской горной стране на северо-востоке Азии. Это своеобразный наледный центр нашей планеты. Наледи чаще всего расположены в долинах рек и напоминают ледники. Но ничего общего с ними они не имеют. Это их антипод.■



Эта гигантская наледь расположена в левом притоке реки Индигирки — Моме. Ее площадь — 150 км², объем льда — 400 млн. м³. Мощность льда в больших наледях достигает 8 — 10 м, обычно 2 — 3 м.



Наледная поляна в летнее время. На фотографии видны оголенные нижние части деревьев, что указывает на мощность льда наледи в зимнее время. В процессе формирования наледный лед сдирает кору деревьев, что и приводит к их гибели.

Крупные и очень крупные наледи занимают площадь от 100 тыс. м² до 10 км², а объем льда – до 20 млн. м³. Крупнейшей на планете наледью является Момский Алахан-Тарын, что по-русски означает «Большая наледь» (улахан — большой; тарын — наледь).■

Общее число наледей достигает десятков тысяч, они наблюдаются практически во всей зоне вечной мерзлоты. Много наледей на Урале, Тянь-Шане, Алтае, в Саянах, Скалистых горах, на Аляске.■

В области вечной мерзлоты наледи являются существенным фактором развития речных долин. Выделяется даже особый тип речных долин – четковидные долины, отличающиеся чередованием сужений и расширений. Последние – не что иное, как наледные поляны.■

Когда летишь на небольшой высоте на самолете или вертолете вдоль побережья Ледовитого океана, то видишь бескрайние пространства, имеющие правильный рисунок. Что это? Прямоугольники возделанного поля? Каналы ирригационной системы? Ни то, ни другое. Это типичная **полигональная тундра**, которая занимает огромные пространства на низменностях северной Якутии, Чукотки, Западной Сибири. Рисунок полигонов очень разнообразен: четырех-, пяти-, шестиугольные; одни – плоские, другие – с небольшими валиками по краям и с мелкими озерками в центре; третьи – с выпуклой центральной частью и ограниченные канавками с водой. Размер полигонов колеблется от 10 — 15 до 40 — 50 м. Образовались они в результате неоднократного морозного растрескивания почвы. Под их краями в разрезе, как правило, залегают ледяные жилы.■



Бугры пучения — результат промерзания изолированных таликов, возникающих после спуска или зарастания озер. Особенно выразительны крупные конические бугры высотой до 40 м. Их основание имеет в плане овальную форму и размер от нескольких десятков до сотен метров. Быстрое промерзание осушенных подземных таликов сопровождается пучением и довольно быстрым ростом бугра, который аборигены Северной Америки назвали **пинго**, а якуты — **булгунняхами**. В научной литературе бугры пучения называются **гидролакколитами**. Ядро бугров пучения представлено либо чистым льдом, либо сильно льдистым грунтом. Много бугров пучения в прибрежной зоне материковой части Канады, и особенно многочисленны эти формы на полуострове Туктояктук, который можно без преувеличения назвать царством пинго.

Процесс вытаивания подземных льдов и образования в связи с этим понижений рельефа, своеобразных просадочных форм, называется **термокарстом**, а соответствующие формы рельефа — термокарстовыми. Особенно характерны формы термокарстового рельефа, образующиеся в результате вытаивания мерзлых толщ с мощными повторно-жильными льдами, — **аласы**. Это котловины глубиной от 5 — 7 до 30 — 40 м и горизонтальными размерами от сотен метров до первых километров. Аласы очень широко развиты на севере Якутии.■



Полигонально-валиковый рельеф в тундровой зоне, север Канады.

Это не воронка от падения метеорита или взрыва авиабомбы, а естественная форма рельефа, которая возникла в результате локального протаивания подземного льда и вечной мерзлоты, в научной литературе называется термокарстом.

Типичный бугор пучения. Ядро бугра сложено льдом, который ближе к поверхности включает минеральный грунт. Бугор пучения покрыт тонким почвенно-растительным слоем, который предохраняет ледяное ядро от протаивания. Если бугор пучения не подмывается ручьем или озером, то внешний вид бугра не говорит о его ледяной начинке.





Рисунок мамонта, выполненный человеком каменного века. На обширных пространствах Европы несколько десятков тысяч лет назад в тундро-степных мерзлотных ландшафтах паслись стада мамонтов, на которых охотились древние люди.

Вечная мерзлота и время

Биография современной вечной мерзлоты начала складываться 1 — 2 млн. лет назад. Мерзлотные процессы реагируют на изменения природной среды разной продолжительности: от многих тысячелетий до кратковременных, охватывающих всего несколько лет.

Расчеты показали, что вечная мерзлота в современных климатических условиях не может сформироваться, она возникла при более низких отрицательных температурах. Об этом свидетельствуют и реликтовые, не развивающиеся сейчас гигантские повторно-жильные льды в центральной и северной Якутии.

Контуры вечной мерзлоты за последние 1 — 1,5 млн. лет изменились. На основании точных физических датировок возраста мерзлых толщ ученые установили, что вечная мерзлота существует в Якутии по крайней мере на протяжении 1 млн. лет. Предполагается, что с получением новых данных этот возрастной рубеж еще опустится в глубь веков. Наиболее древние мерзлые толщи найдены в Колымской низменности на севере Якутии, поэтому ее нередко называют колыбелью вечной мерзлоты. Следовательно, в вечной мерзлоте Якутии содержатся самые древние из обнаруженных на нашей планете льды.

Подземные льды вечномерзлых толщ оказываются, таким образом, значительно древнее льдов современных наземных ледников, даже антарктического ледникового покрова, ледовая масса которых из-за постоянного движения полностью обновляется за десяток тысяч лет.■

Байджераховый рельеф — это типичная форма разрушения ледового комплекса и показатель катастрофической перестройки всего ландшафта – почв, растительности. В понижениях между байджерахами видна вторичная растительность – осоки, пушица.



Особое влияние на вечную мерзлоту оказал экстремально суровый этап развития природной среды — конец последнего ледникового периода, датируемый 12 — 15 тыс. лет назад. В то время вечная мерзлота охватывала огромные территории Евразии и включала помимо ее современного ареала юг Западной Сибири и Северный Казахстан, большую часть европейской территории России и Западной Европы. Особенно кардинально изменилась природа Европы. Большая часть территории Франции, Германии, Польши, Чехии, Словакии, Венгрии, Румынии оказалась скованной вечной мерзлотой. На Восточно-Европейской равнине граница вечной мерзлоты достигала южной Украины. Это был грандиозный трансконтинентальный пояс вечной мерзлоты, примыкавший с юга к покровному леднику, занимавшему северную часть Европы. Так далеко на юг не доходил ни один покровный ледник. Северные моря тогда осушались до глубины 100 м. Осушенные шельфы морей Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского промерзали на несколько сотен метров в глубину.

Жители Севера хорошо приспособились к суровым климатическим условиям.



В Евразии площадь древней мерзлоты с учетом ее экспансии на юг, в средние широты и на север, на шельфовые пространства, составляла около 25 млн. км^2, т. е. более чем в два раза превышала современную. Экстремальных значений достигали и мощности древней мерзлоты на равнинах, вероятно, до 2 — 2,5 км.

В Северной Америке по современным реконструкциям южная граница вечной мерзлоты проходила между 35° и 40° с. ш. там, где сейчас жаркий штат Колорадо. Но в отличие от Евразии ширина полосы древней мерзлоты в Северной Америке не была столь большой.■



Гигантский многолетний бугор пучения высотой до 40 м, выросший между двумя большими озерами на севере Канады, на полуострове Туктояктук, который является настоящим заповедником огромных бугров пучения.

Реконструировать ареал

распространения древней мерзлоты помогли следы морозобойных трещин, повторно-жильных льдов, полигональных форм рельефа, следов пучения, вымораживания и др. Таяние этой колоссальной зоны мерзлоты до современных ее границ произошло вследствие коренной перестройки природных ландшафтов при переходе от ледникового периода к современному геологическому периоду. В Европе это отступание происходило с колоссальной для природных процессов скоростью. Например, на Восточно-Европейской равнине южная граница древней мерзлоты переместилась к северу почти на 2 тыс. км всего за 1000 — 1500 лет. Подобные скорости сокращения мерзлоты близки к катастрофическим и не имеют аналогов в современных условиях.

Столь же высокими темпами шло отступание мерзлоты в высокой Арктике: шельфовая мерзлота отходила под действием моря. Однако на шельфе исчезли только верхние горизонты мерзлых толщ, корни их мощностью в несколько сот метров, погребенные под донными отложениями, сохранились до наших дней. Сейчас эта субаквальная вечная мерзлота находится в неустойчивом состоянии и ее деградация продолжается.■



Предельная форма катастрофически быстрого протаивания и просадки отложений ледового комплекса. Мелкие грунтовые бугорки — это все, что осталось от байджерахов. На месте былых ледяных жил – грязевые сплывы, под которыми, возможно, сохранились корни ледяных жил. Видны начальные формы освоения растительностью относительно стабильных участков грунта.

ВЕЧНАЯ МЕРЗЛОТА — ВРАГ ИЛИ СОЮЗНИК?

Осваивая территории, занятые вечной мерзлотой, человек сталкивается с огромными трудностями. Вечная мерзлота еще далеко не изучена, многие ее проявления неожиданны и непонятны.



Структурные грунты, возникающие в результате выпучивания крупных обломков. Также могут выпучиваться неглубоко погруженные сваи и фундаменты.

Пространства, занятые вечной мерзлотой, — это кладовая разнообразных природных ресурсов. Здесь сосредоточены многие месторождения газа, нефти, угля, алмазов, золота, никеля, меди, олова, минеральных удобрений. Северные районы богаты ресурсами пресной воды, леса. Огромно экологическое значение северных территорий с их неповторимой природой, незагрязненной хозяйственной деятельностью человека.

Вечная мерзлота — главная и характернейшая особенность природы Севера. Поэтому без преувеличения можно сказать, что для рационального освоения природных ресурсов области вечной мерзлоты нужно хорошо знать свойства мерзлых толщ и возможности их использования.

Освоение территорий всегда связано со строительством. Современные строители получили в наследство от предшественников, убедившихся в ее коварстве, не один печальный пример из опыта. Две неприятности ожидают строителей в зоне вечной мерзлоты. Первая — это просадка при оттаивании мерзлых, насыщенных льдом оснований под фундаментами зданий, насыпями железных и шоссейных дорог, покрытиями аэродромов. Вторая — это выпучивание свай, фундаментов, опор мостов, оснований линий электропередач и т. д. Особенно опасны для сооружений неравномерные осадки и пучение мерзлого основания. Легко представить себе, каковы бывают убытки от деформаций и разрушений домов и промышленных сооружений. Основная причина разрушений — нестабильность свойств мерзлой толщи. Прочность и устойчивость мерзлых грунтов зависят от температуры и состава льда. Знакомые всем рыхлый влажный песок и пластичная глина при замерзании цементируются льдом и становятся крепкими, как скала. Они выдерживают большие нагрузки и служат надежным основанием для различных фундаментов, но при условии, что температура мерзлого песка не выше —5°С, а мерзлой глины — 7 — 8°С. При температурах более высоких, близких к 0°, мерзлые грунты становятся пластичными и не выдерживают тяжести сооружений. Это объясняется тем, что в мерзлых глинах, суглинках и песках в небольшом количестве при-



Нефтяные скважины в Западной Сибири.



Наиболее северная, прилегающая к морям Ледовитого океана часть области вечной мерзлоты занята тундрами. В тундре преобладает растительность с мохово-лишайниковыми ассоциациями, которые к югу сменяются кустарниковой или типичной тундрой с карликовой березой, ивой, багульником. Благодаря низким температурам воздуха, небольшой толщине снежного покрова в тундровых ландшафтах возникает низкотемпературная мерзлота большой мощности.

сутствует незамерзшая вода. Она сохраняется в мерзлых грунтах даже при очень низких отрицательных температурах благодаря молекулярным силам минеральных частиц грунта. С понижением температуры содержание незамерзшей воды быстро уменьшается.■

Строить на вечной мерзлоте сложно еще потому, что ее свойства, в первую очередь температура и механические характеристики, теснейшим образом связаны с природной средой. Достаточно уплотнить или удалить снег зимой, снять растительный покров или осушить территорию, как свойства вечной мерзлоты начинают кардинально меняться. Сооружения будут устойчивыми, если сохранять стабильность вечной мерзлоты и по возможности не тревожить ее. Как этого достичь, особенно под зданиями, выделяющими тепло?

Если заглянуть в историю, то можно обнаружить, что еще в конце 20-х гг. XX столетия мерзлотоведы предложили строителям устраивать между фундаментом здания и его вечномерзлым основанием воздушную теплоизоляцию. Конструкция здания предусматривает устройство проветриваемого в зимнее время подполья с естественной вентиляцией. Летом отверстия подполья закрывают, чтобы теплый воздух не проникал под здание и не отеплял грунты основания здания. Пол здания должен быть хорошо изолирован и утеплен, чтобы обеспечить комфортные условия внутри здания. Лучше всего для этого подходят свайные фундаменты. Сваи помещают в пробуренные скважины, и они вмораживаются в вечную мерзлоту с таким расчетом, чтобы силы смерзания сваи с вечной мерзлотой были намного больше сил выпучивания, действующих на сваю в слое сезонного оттаивания.■

Первым промышленным сооружением на сваях стало здание Якутской тепловой электростанции. Прошло более 50 лет эксплуатации станции, а она совершенно не деформировалась.

На свайных фундаментах в области вечной мерзлоты построено большинство современных многоэтажных зданий в Воркуте, Норильске, Мирном, Якутске. Дома как бы стоят на ножках. Жилые здания имеют все необходимые для нормальной жизни условия: центральное отопление, горячую и холодную воду, канализацию и т. д.

В последние годы конструкции свай на вечной мерзлоте были улучшены. Несущие сваи стали делать холодными: в них помещают охлаждающие устройства — термосифоны, наполненные незамерзающим хладагентом (керосином, фреоном, аммиаком). Зимой вследствие естественной циркуляции хладагента вечная мерзлота еще сильнее охлаждается, что уве-



Такие дома на свайных фундаментах не нарушают температуру вечной мерзлоты, что и сохраняет их устойчивость во время эксплуатации.

На территории вечной мерзлоты в России расположена большая часть запасов нефти и газа. Общая площадь нефтегазоносных территорий здесь оценивается в 4,5 млн. км^2, а количество месторождений нефти и газа достигает нескольких сотен. В последние десятилетия область вечной мерзлоты стала основной территорией нефтегазодобычи. Разведочные и эксплуатационные скважины, общая протяженность которых измеряется многими тысячами километров, пронизывают насквозь толщу вечной мерзлоты и достигают пластов нефти и газа на больших глубинах, где температура составляет −50 — 60°С. По скважинам нефть и газ поступают на поверхность и при помощи трубопроводов транспортируются в центральные районы европейской части России и далее в Западную Европу.■



Тундра — типичный ландшафт севера Евразии

Летнее изобилие пресной воды в зоне вечной мерзлоты сменяется ее зимним дефицитом, как в пустыне. В XIX в., когда возникла проблема водоснабжения сибирских поселков, ученые высказали предположение, что подземные воды в зоне многолетней мерзлоты промерзлы до больших глубин, а мерзлота — это сплошь водоупоры, и подземных вод здесь практически нет. Устойчивое же снабжение водой в зоне вечной мерзлоты возможно за счет подземных — межмерзлотных и подмерзлотных вод.
Однако трудами нескольких поколений ученых эта точка зрения была опровергнута. Было доказано, что в зоне вечной мерзлоты подземные воды тяготеют к зонам, где мерзлота отсутствует — таликам, которые возникают под долинами крупных рек и озер, в зонах тектонической активности и рассекают вечную мерзлоту на отдельные массивы. Непосредственно под подошвой вечной мерзлоты горные породы обычно насыщены водой. Это подмерзлотная вода. Циркулирующая по таликам подземная вода, а также подмерзлотные воды могут обеспечить устойчивое водоснабжение крупных населенных пунктов.■

личивает силы смерзания и повышает несущую способность свайного основания. Свайные фундаменты — наглядный пример того, как вечная мерзлота может служить человеку. Применение таких фундаментов позволяет экономить строительные материалы, столь дефицитные и дорогие в отдаленных, малоосвоенных районах.
Термосифоны в виде металлических замкнутых труб используются также для укрепления оснований опор магистральных линий электропередач. Широко применяются термосифоны и в гидротехническом строительстве, чтобы создать водонепроницаемый мерзлый экран в земляных насыпных плотинах и дамбах. Уже много лет работает Вилюйская ГЭС, снабжающая электроэнергией предприятия по добыче алмазов. Эксплуатируется Хантайская ГЭС, дающая энергию крупным центрам горнодобывающей промышленности – Норильску и Талнах.
Мерзлотоведы разработали целую систему способов, обеспечивающих устойчивость и надежную работу сооружений разных типов зданий, трубопроводов, дорог, насыпей, каналов и т. д. Но как показала практика, в каждом конкретном случае необходимы специалисты-мерзлотоведы, ведущие научные исследования.■

Масштабы освоения территорий вечной мерзлоты грандиозны. Достаточно назвать Байкало-Амурскую магистраль, Западно-Сибирский газонефтяной комплекс, тысячекилометровые газопроводы. Научное обоснование этих грандиозных индустриальных объектов потребовало колоссального объема мерзлотных изысканий, поскольку строителей надо обеспечить детальной технической информацией о вечной мерзлоте на огромных территориях. Необходимо выявить также особенно неблагоприятные для сооружений районы, где вечная мерзлота насыщена льдом, а температура может меняться на протяжении десятков метров. Но проблема заключается не столько в необычности свойств собственно мерзлых толщ, сколько в исключительной изменчивости вечной мерзлоты в пространстве.
Даже в самых суровых климатических условиях вечная мерзлота – не однородное природное тело. Она состоит из отдельных массивов, разделенных островами талых грунтов, имеющих сложные, прихотливые очертания.■

По характеру растительности, почв, рельефа ученые-мерзлотоведы определяют температуру, условия залегания, льдонасыщенность мерзлых толщ. Это позволяет в короткие сроки выбрать оптимальное место для размещения комплекса сооружений. Этот метод ландшафтно-мерзлотной оценки громадных территорий севера Западной Сибири позволяет экономить значительные финансовые средства за счет сокращения дорогих геофизических и буровых работ.
В основе метода ландшафтно-мерзлотной оценки лежит высокая чувствительность вечной мерзлоты: ее реакция на изменения климата, растительности, гидрологического режима почти мгновенна. Мерзлые толщи существуют только в связи с отдельными элементами природной среды и с их ландшафтами в целом. Информация о ландшафтной структуре — это основа всех проектов освоения территории вечной мерзлоты и охраны природной среды Севера. Только понимание, что вечная мерзлота — решающий фактор стабильности естественных ландшафтов, позволило разработать и применить на практике средства защиты ландшафтов при прокладке газопроводов.■



Копытный лемминг — характерный обитатель тундры.
На полигонально-валиковых тундрах зверьки устраивают свои норы на валиках, где богаче растительность и значительно суше.
Таким образом лемминги приспосабливаются к условиям мерзлотного ландшафта.



Трубопровод пересекает Аляску с севере на юг и проходит через все природные зоны – от тундры до южной тайги. Наиболее сложная в строительном отношении часть трубопровода расположена на севере Аляски, где мощность вечной мерзлоты достигает нескольких сотен метров.

Ранимость северной природы зависит от нестабильности мерзлоты и неустойчивости тонкого слоя почв и растительности. За мерзлотой надо постоянно следить, она очень чувствительна к воздействию людей, и нужно жестко соблюдать правила эксплуатации сооружений. Для этого в ряде пунктов уже несколько десятилетий действуют мерзлотные стационары. Система мониторинга включает контроль за эксплуатацией зданий и сооружений, для чего созданы специальные лаборатории и стационары во всех городах, крупных поселках и на промышленных объектах — газопроводах, гидростанциях, шахтах.

«Вечная мерзлота — враг или союзник, бороться с ней или охранять?» — этот вопрос часто задают мерзлотоведам люди, не знакомые с этим явлением природы. Но такое противопоставление вряд ли правомерно. Для высоких широт нашей планеты вечная мерзлота — это такое же естественное явление природы, как пески пустыни, безводные степи или непроходимые джунгли.

Понятие о полезности и неполезности свойств вечной мерзлоты меняется во времени, зависит от конкретных условий — района, его ресурсов и их ценности, от намерений человека, уровня техники и, самое главное, уровня знаний о сущности явления. Легендам о коварстве вечной мерзлоты приходит конец. Во многих случаях мерзлота стала добрым помощником, союзником человека и верно ему служит. Со своей стороны человек должен относиться к территориям, занятым вечной мерзлотой, как к уникальному наследству, которое нужно использовать бережно и разумно.■



Берег моря Лаптевых. Формы рельефа, образующиеся термокарстом и волновой деятельностью моря.

ВОДА И ВОЗДУХ НА ПЛАНЕТЕ

Много чудес создала волшебница-природа. И пожалуй, самое удивительное из них — вода. Ежедневно сотни миллионов людей встречаются с этим простейшим по химическому составу веществом, совсем не задумываясь о его поразительных свойствах. Вода — и это знает каждый — необходима для существования животных и растений, для нашей собственной жизни. Известно, что органическая жизнь на нашей планете зародилась в воде и развивается благодаря ей, точнее — благодаря содержащимся в водных растворах питательным элементам. Но многие ли представляют себе, что и образование этих особых элементов и перенос их к поверхности Земли, и накопление в нужных количествах происходит с участием (и в большинстве случаев очень активным) водных ресурсов? Эта особенность воды объясняется тем, что у большинства попадающих в раствор веществ разрушаются внутримолекулярные связи, вещества как бы распадаются на отдельные ионы, так что раздробленным молекулам со свободными химическими связями становится легче вступать в разнообразные реакции. Именно этим объясняется высокая химическая активность воды.

Вода не только способствовала зарождению органической жизни на земле. Она активно воздействовала на формы поверхности нашей планеты: бытро текущие потоки промывали рытвины и целые ущелья как в мягких так и в твердых породах; в обширных относительно спокойных водоемах отлагались песчинки и глинистые частицы. За многие миллионы лет подобные слои осадков могли достигнуть 1000-метровой толщины. Процессы изменения земной поверхности с участием воды происходят и сейчас: морской прибой, например, разрушает побережья; бурные горные реки обрушивают крутые берега; атмосферные осадки, воздействуя сотни и тысячи лет, постепенно разрушают самые стойкие скальные породы; на отмелых участках рек и озер под влиянием течений появляются песчаные косы и намывные острова. Человек вынужден всегда принимать в расчет эту деятельность природных вод.

Вода способна растворять великое множество веществ самого различного состава. А поэтому природные воды никогда не сводятся к простейшей химической формуле; в них всегда присутствуют те или иные примеси и соединения, в том числе практически все необходимые для питания живых организмов вещества. Любое животное состоит в значительной степени из воды: она составляет не менее девяти десятых общей массы их тела.

Эту жизненную необходимость бесценной влаги люди унаследовали от своих «неразумных» хвостатых пращуров. Впоследствии древний человек, жившей по большей части в жаркой климатической зоне, сделал воду предметом религиозного поклонения. Сколько источников, речек, озер стали считаться в народе святыми! Вспомним хотя бы «славное море священный Байкал» или индийскую Гангу (Ганг), до сих пор почитаемую священной рекой. Немало божеств — от древнеегипетской богини Тефнут и таинственного бога Эа, наделенного рыбьим хвостом, — люди посвящали воде. Для эллинских философов-материалистов вода была одной из четырех — пяти стихий, которые составляли всю живую и неживую природу.

Современная наука также признает великую роль воды на Земле. Одна из концентрических оболочек нашей планеты так и называется гидросферой, или водной оболочкой. Опять-таки условно эту оболочку подразделяют на Мировой океан (океаносферу) и воды суши. Океан представляет собой гигантский резервуар влаги, заполняющий систему крупных понижений земной поверхности. Необходимо подчеркнуть, что воды Мирового океана образуют единое целое, т. е. все его части взаимосвязаны между собой. В Мировом океане происходит выравнивание физических и химических характеристик в планетарном масштабе. Различия этих характеристик в отдельных морях по окраинам великого земного водоема относительно невелики и носят второстепенный характер.

Иная картина получается, если мы займемся водами суши. Эта составная часть гидросферы разделена на множество отдельных бассейнов, либо связанных с океаном, либо нет (бессточных). В каждом отдельно взятом бассейне качество воды может существенно отличаться от других, даже непосредственно соседствующих бассейнов. Особенно разнообразны отличия в бассейнах, не имеющих связи с океаном, именно поэтому растительный и животный мир рек и озер более разнообразен, чем органический мир океана.

К водам суши относятся и подземные воды, почти столь же разнообразные, как и поверхностные. Однако, если большинство поверхностных вод суши пресные, т. е. содержат ничтожно мало растворимых минеральных солей, то в подземном мире наблюдается обратная картина: большинство подземных вод является минерализованными, причем иногда настолько сильно, что могут при определенных условиях образовывать рудные месторождения. Скопления ценных минералов подобного типа так и называется гидротермальными, т. е. созданными деятельностью текучих вод с высокой температурой.

Существенно то обстоятельство, что между океаносферой и водами суши имеется постоянная взаимосвязь: реки, впадающие в моря, сбрасывают в океан континентальные воды, небольшая часть которых может непосредственно вернуться на сушу через подземные трещины в прибрежной зоне, однако основная масса речного стока возвращается на континент иным путем: после испарения с поверхности океана влага попадает в атмосферу, где собирается в облака; ветер гонит эти облака в сторону суши, где они, проливаясь дождями, снова попадают в ручьи и реки. Таким путем совершается вечный круговорот воды в природной сфере.

Итак, вода в природе встречается в трех агрегатных состояниях: жидком, твердом и газообразном. Наиболее привычно нам ее жидкое состояние. Но на поверхности Земли вода находится и в твердом состоянии: в виде льдов и многолетних снегов. Ледники и вечные снега занимают около десятой части общей поверхности суши. Материковый ледниковый покров не остается неизменным во времени. Площадь, занятая ледниками, может то увеличиваться, то уменьшаться. Эти изменения определяются колебаниями климата: в более холодные периоды, когда материковые льды «расползаются» по поверхности планеты, наступают, как говорят ученые, ледниковые эпохи. В противоположном случае на Земле происходит потепление. Именно в такую эпоху потепления и живем сейчас мы с вами.

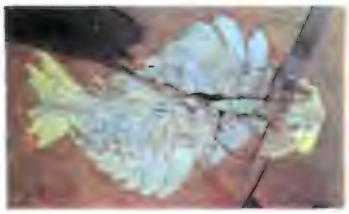
Общее оледенение поверхности планеты влияет на уровень Мирового океана. Таяние многолетних льдов приводит к повышению его уровня и к наступлению моря на низменные участки суши, а следовательно, непосредственно воздействует на живые организмы, которые здесь обитают, а также и на человеческое общество.

Существенной частью общего круговорота воды в природе является испарение. Выше уже было сказано об испарении с поверхности океана, но подобный процесс (хотя и в меньшем объеме) происходит и над континентами. Под действием солнечного тепла частицы воды переходят в газообразное состояние и поднимаются в атмосферу, самую внешнюю, воздушную оболочку Земли. Водяной пар составляет количественно незначительную часть атмосферы (около 4%), но эта атмосферная влага (большая ее часть пребывает даже в виде ледяных кристалликов) имеет очень большое значение. Именно из нее образуются облака, проливающиеся благотворными дождями, так необходимыми для всего живого на нашей планете.

Но основная часть атмосферы состоит из химически чистых газов. Некоторые из них нейтральны для живых существ (азот, инертные газы), другие влияют на организмы – либо положительно (кислород), либо отрицательно (окиси углерода). Надо отметить, что само существование кислорода обусловлено процессом фотосинтеза, происходящим в зеленых растениях. Таким образом, газ, необходимый для дыхания животных, в значительной степени сам является продуктом жизнедеятельности организмов низшего трофического уровня. Количество кислорода на Земле в течение миллиардов лет ее истории не оставалось неизменным. Оно постоянно увеличивалось, значительно — в последние 300 — 400 млн. лет, когда существенно возросла глобальная масса зеленых растений, что повлияло на интенсификацию процессов фотосинтеза, в результате которых зеленые растения разлагают (под воздействием солнечного света) углекислый газ, высвобождая кислород.

Земная атмосфера несет еще одну важную функцию: она защищает поверхность планеты от жесткого космического излучения. Без такого щита органическая жизнь была бы вообще невозможна. Именно поэтому ученые с такой тревогой относятся к процессам локального разрушения атмосферы (это прежде всего — озоновые дыры, возникающие, как полагают, из-за промышленной деятельности людей).

За последние десятилетия гидросфера и атмосфера стали важными индикаторами отношения человека к географической среде. Загрязненные промышленными отходами воздух и вода становятся нередко губительными для жизни. И природа как бы подает человеку сигнал опасности. И мы должны отреагировать на него, чтобы наши дети и внуки смогли наслаждаться чистой едой, вдыхать свежий воздух, любоваться закатами и рассветами.■



Первоначально жизнь существовала только в океане. Ее следы находят во многих уголках нашей планеты.

Гидросфера никогда не исчезала, и в ней всегда существовала жизнь.
Вавилоняне считали, что вода была первична, а суша поднялась из ее глубин. Индийский эпос тоже говорит о первичности водного пространства, из которого возник цветок лотос, чьи лепестки образовали части суши. Согласно Библии, в третий день творения мира всю Землю покрывала вода. Мифы Древней Греции упоминают о том, что Земля со всех сторон окружена рекой, называемой Океаном.■

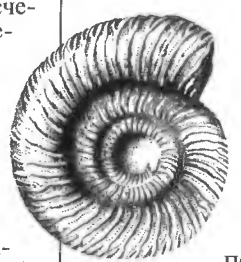
Французский философ, математик, физик, филолог **Рене Декарт** (1596 – 1650) писал, что Земля состоит из огненного ядра, которое окружено слоем обломков из камня, глины, песка и грязи с пустотами между ними, заполненных пресной и соленой водой. Эти слои в некоторых местах обрушились, и там образовались океаны и озера.■

Добыча воды с помощью рычага. Во многих районах планеты ее так извлекают из колодцев и сейчас.



История и эволюция гидросферы

Изучение происхождения и эволюции гидросферы исключительно важно для теории и практики, так как жизнь появилась вместе с гидросферой и тесно связана с ней.



Гипотеза «горячего» происхождения Земли и гидросферы господствовала до середины XX в. Она основывалась на теории астронома **П. Лапласа** (1749 — 1827), считавшего, что все планеты Солнечной системы возникли из солнечного вещества, вырванного силой притяжения пролетавшей недалеко от Солнца звезды. Из сгустков солнечного вещества сформировались планеты, которые затем долго остывали. Земля охлаждалась до тех пор, пока на ее поверхности не образовалась кора, а лишь потом из остывшей атмосферы полились дожди. Вода скапливалась в понижениях, образуя разнообразные водоемы. Таким образом, возраст **гидросферы** значительно уступал возрасту Земли, а образование гидросферы представлялось сравнительно коротким явлением в жизни планеты.
Но постепенно накапливались факты, которые противоречили гипотезе «горячего» формирования Земли и гидросферы.■

Ученые установили, что горячая плотная атмосфера при наличии твердой земной коры — образование очень устойчивое, о чем свидетельствует планета Венера, температура атмосферы которой составляет примерно 400° С. К тому же в самых древних из обнаруженных на Земле горных породах, возраст которых около 3,8 млрд. лет, были найдены отпечатки одноклеточных организмов, которые могли существовать только при наличии жидкой воды. Все это подтверждало теорию «холодного» образования планет из пылевого облака, вращавшегося вокруг Солнца. В этом облаке возникали сгустки, ставшие зародышами будущих планет. Мелкие сгустки захватывались более крупными, которые росли и вбирали в себя основную массу пылевого облака, образуя планеты. По расчетам одного из создателей этой теории **В. С. Сафронова**, процесс формирования планет начался 4,65 млрд. лет назад. Современного размера планеты, в том числе Земля, достигли через 100 млн. лет. Тогда на молодой Земле господствовали суровые и холодные пустыни, над которыми простиралось черное небо. На поверхность падали небесные тела, но грохота взрывов они не вызывали, так как атмосфера еще не существовала или была очень тонкой. От ударов небесных тел в толще планеты накапливалось тепло, а поверхность без защитной атмосферной оболочки охлаждалась. При ударе небесных тел о Землю образовывался толстый слой **реголита** — смесь обломков и пыли. Из него-то и состояла поверхность нашей планеты. Среди небесных тел были и кометы — ледяные космические образования. Удары небесных тел о Землю «разогревали» ее изнутри. В результате более тяжелые вещества устремились к ее центру, а



легкие и летучие поднялись к поверхности. Этот процесс и дал основное тепло для разогрева недр планеты. Дополнительное тепло возникло благодаря радиоактивному распаду. Оно плавило породы в глубине планеты. В результате через жерла вулканов и гигантские трещины, образовавшиеся на Земле, на поверхность стала изливаться расплавленная горная порода — магма, а вместе с ней – газы, горячая вода, водяные пары, которые быстро конденсировались. Этот процесс назван **дегазацией**. Она началась 4 млрд. лет назад, о чем свидетельствуют самые древние горные породы, найденные на Земле. Атмосфера и гидросфера обязаны своим образованием дегазации, которая продолжается и сейчас на нашей планете. С момента излияния магмы и дегазации отсчитывается геологическая история Земли. Этот период считается началом формирования гидросферы.

Недавнее открытие в пылевых космических облаках воды в молекулярном виде, а также частичек льда означает их присутствие в первоначальном веществе Земли, масса которой пополнялась за счет падения комет. Не исключено, что при ударах небесных тел ледяные частички расплавлялись и вода вытеснялась на поверхность планеты еще в догеологический период. При этом она заполняла поры реголита, покрывавшего поверхность Земли. Таким образом, формирование гидросферы могло начаться еще в догеологический период жизни нашей планеты.■

Эволюция гидросферы — это прежде всего история изменения в ней массы воды, которая тесно связана с эволюцией самой Земли. Сначала скорость дегазации нарастала, и поэтому быстро увеличивалась масса воды в океане. С момента формирования гидросферы скорость поступления воды из недр Земли увеличивалась от 0 до 1,3 км^3 в год. Затем скорость притока воды стала медленно и плавно падать и сейчас составляет 0,25 км^3 в год. На ранних этапах формирования гидросферы единого водного пространства не существовало. Водой были залиты только отдельные пониженные участки суши. Позднее, по мере притока воды, образовалась единая водная поверхность планеты. В процессе эволюции гидросфера Земли непрерывно изменялась, о чем свидетельствуют соотношение площади суши и океана, глубина океанов и уровень моря и т. д.■

Гидросфера (в пер. с греч. «гидро» — «вода» и «сфера» — «шар») — это совокупность всех водных объектов на Земле: океанов, морей, озер, рек, болот, подземных вод, льдов, ледников и снежного покрова. Другой подобной планеты с гидросферой, состоящей преимущественно из жидкой воды, пока не обнаружено.■

Естествоиспытатели **Ж. Кювье** (1769 — 1832) и **Ч. Лайель** (1797 — 1875) пришли к выводу, что гидросфера образовалась после остывания поверхности планеты и раскаленной атмосферы, в которой вода находилась в виде пара. Вода обрушилась на планету и затопила понижения, образовавшиеся в результате движений земной коры. **А. Гумбольдт** (1769 — 1859) развил эту идею, высказав предположение о том, что вулканы выбрасывали пар, а земная кора — это система кратеров, в которых располагаются океаны, моря, озера и другие водоемы. Подобные идеи ранее высказывал **М. В. Ломоносов** (1711 — 1765).■





Круговорот воды на Земле

Круговорот воды на Земле, или глобальный гидрологический цикл, — это непрерывный процесс циркуляции воды на планете, обмен водой между всеми составляющими гидросферы. В нем участвуют поверхность земного шара, недра, толща воды и атмосферы.

Главный энергетический двигатель круговорота воды — Солнце. Солнечные лучи нагревают воду, и она интенсивно испаряется. Молекулы воды оказываются в атмосфере, причем половина их сосредоточена в нижнем полуторакилометровом слое воздуха. С высотой температура воздуха постепенно падает, поэтому пары воды на определенной высоте насыщаются и конденсируются в капельки воды или кристаллы снега, формируя облака. Облака проливаются дождем или выпадают в виде снега. Этот процесс идет непрерывно. Испарившаяся вода находится в атмосфере всего 8 — 9 дней, затем снова возвращается в океан, озеро, болото, реку или недра Земли.



Круговорот воды на Земле возник при образовании гидросферы. Океан стал основным поглотителем солнечного тепла и поставщиком водяного пара. Часть пара воздушными течениями переносится на сушу и после конденсации выпадает в виде дождей и снегопадов. Потоки дождевой и талой воды стекают к руслам рек, а затем по рекам к океану. На этом цикл водообмена между сушей и океаном заканчивается, но сам процесс бесконечен. Глобальный круговорот воды разделяется на океанический и континентальный.■

Площадь листьев, иголочек и травинок намного больше площади Мирового океана.



Океанический круговорот воды — это непрерывный процесс испарения, перенос влаги воздушными течениями над океаном и выпадение ее в виде осадков на поверхность океана. За время существования планеты круговорот меняется в зависимости от площади океана и объема гидросферы. Сейчас ежегодно в **океаническом круговороте** участвует 458 тыс. км^3 воды. Это почти шесть таких водоемов, как Каспийское море. Но испаряется с поверхности океана каждый год 505 тыс. км^3. Разница в 47 тыс. км^3 уходит на континенты, выпадая в виде дождя и снега на суше. Но благодаря этой небольшой части океанического круговорота воды на суше возник континентальный круговорот, положивший начало жизни на Земле, а затем и появлению человека.■



Облачные системы — источники пресной воды. Они тоже участвуют в круговороте воды.

Первые цивилизации возникли в засушливых и полузасушливых районах. Люди, жившие в засушливых местностях, должны были понять природу круговорота воды и научиться использовать эти знания, чтобы от опасного образа жизни – кочевого – перейти к более безопасному – оседлому.

В некоторых районах Юго-Западной Азии ирригационные системы были сооружены за 5 тыс. лет до н. э. Города, окруженные полями с искусственным орошением, появились около 4 тыс. лет до н. э. Примерно к тому же времени относится начало лиманного орошения в долине Нила.

Египтяне начали ежегодно отмечать высоту паводка на Ниле за 3 тыс. лет до н. э.; это были первые гидрологические измерения, доставшиеся современному человечеству в наследство от предшествующих поколений. С научной точки зрения сами паводки египтян не интересовали, но высоту паводка надо было знать, так как по ней можно было определить, какая площадь будет затоплена, а это давало возможность установить размер налогов с урожая.

На территории нынешнего Северного Йемена в древности существовало Сабейское царство, которое было знаменито плотиной, построенной в VII в. до н. э. Она собирала воду горных рек для орошения и защищала от наводнений. Плотина простояла 1400 лет, а потом оказалась разрушенной сильным паводком или землетрясением, а возможно, из-за отсутствия ухода и ремонта.■

Наука о воде — древнейшая из наук. Она возникла вместе с искусственным орошением. Американский гидролог **Р. Нейс** считает, что гидрология существует 5 тыс. лет.■

Первые представления о круговороте воды появились в Китае, затем в Индии, где стали использовать дождемеры — приборы для определения количества осадков, т. е. там, где установили связь между осадками и стоком воды в реках. В Древней Греции, Древнем Египте, на Ближнем Востоке эта связь не осознавалась, поскольку дожди, питавшие, например, Нил, выпадали где-то в его верховьях, а использовалась вода в засушливых низовьях — в Древнем Египте. На Ближнем Востоке дожди и талые воды Тигра и Евфрата также формировались далеко в горах. В Греции распространен карст, и поэтому **Аристотель** (384 — 322 гг. до н. э.) считал, что реки образуются в подземных пустотах. В Европе о круговороте воды узнали только 500 лет назад, и первые соображения по этому поводу высказал **Леонардо да Винчи** (1452 — 1519).■

Континентальный круговорот воды — это непрерывный процесс испарения с поверхности суши и ее водоемов, образование облаков, выпадение осадков, а также поверхностный и подземный сток воды. Не вся вода, принесенная с океана на сушу, выпадает в виде осадков — от 20 до 75% ее проходит над материками транзитом и снова уносится в океаны.



Чем крупнее материк и выше на нем горы, тем больше он перехватывает океанической влаги. Поэтому максимальный перехват наблюдается в Евразии, а минимальный — в Австралии.

В континентальном круговороте ежегодно участвует 119 тыс. км^3 воды. Из этой массы 47 тыс. км^3 составляет влага, приносимая с океана, которая в процессе многократного выпадения в виде осадков и испарения на суше в сумме образует 119 тыс. км^3 осадков. В процессе круговорота на суше ежегодно испаряется 72 тыс. км^3 воды.

Осадки на суше выпадают неравномерно. Наибольшее количество осадков в виде дождей отмечается в тропиках, в среднем за год это составляет слой воды толщиной 1 м. На плато Шиллонг в Индии за год выпадает 12 м осадков, а на горе Маези (Гавайские острова) — 14 м. В 1861 г. на Черрапунджи (Индия) — 23 м осадков (семиэтажный дом!). В самом засушливом месте на Земле, в Арике (Чили), в среднем на год приходится всего 0,8 мм осадков.

Континентальный круговорот воды, как и океанический, за время своего существования варьировался в зависимости от изменения площади поверхности океана и объема гидросферы. Но в его геологическом прошлом (не столь отдаленном) произошли перемены, которые резко усилили этот круговорот.■

Из 4 млрд. лет геологической истории Земли суша была безжизненной 3,4 млрд. лет, так как жизнь существовала только в океане. На сушу жизнь вышла около 600 млн. лет назад. Суша того далекого времени — это оголенное пространство с чередованием непроницаемых для воды поверхностей, скорее похожих на асфальтированные площади городов или высохшие глинистые участки, и территорий, проницаемых для влаги, типа песчаных пляжей, каменных осыпей или растрескавшихся твердых пород.



Леса и болота — основные источники и организаторы круговорота воды на суше.

После дождя или таяния снега вода по водонепроницаемым поверхностям быстро стекала в реки или уходила в поры и трещины. Испарение на безжизненной суше было невелико. Живые существа, вышедшие из океана, не могли существовать в таких условиях, поэтому природа «океанизировала» сушу. Микроорганизмы создали на суше почву, которая обладает способностью задерживать воду. В этом «почвенном океане» на суше содержится 11,5 тыс. км^3 воды, что соответствует очень мелкому океану, покрывающему сушу слоем воды в 10 см. Чтобы почва все время пополнялась влагой, необходимо большое испарение воды на суше. А для этого требуется увеличение площади испаряющей поверхности. Такую работу выполняют растения, листья которых через устьица интенсивно испаряют влагу, поступающую по корням из почвы. Этот вид испарения называется

Леонардо да Винчи интересовали, скорее, вопросы гидравлики, чем гидрологии, но в некоторых своих сочинениях он высказал мысли, которые созвучны современным научным представлениям о круговороте воды. Он указывал на значение водопроницаемых геологических пород, образующих водоносные слои в Альпах, объяснял, как происходит восполнение подземных вод и как низинные источники питаются водой. Другие ученые значительно расширили его идеи, но это произошло гораздо позже. Более полные представления о круговороте изложил в книге, изданной в 1580 г. во Франции, **Б. Палисси** (1510 — 1589). Он впервые указал на дождевые осадки как основной источник питания рек.■

Основоположником учения о круговороте воды считают француза **П. Перро** (1611 — 1680), который более известен как строитель водопровода для Лувра — королевского дворца в Париже. Гораздо позже **Э. Дарвин** (1731 — 1802), дед Ч. Дарвина, объяснил механизм круговорота воды и доказал, что атмосферные осадки обеспечивают ток воды в реках и часть влаги поступает на сушу с моря. Английский астроном **Э. Галлей** (1655 — 1742) первым рассчитал величину испарения с поверхности океана.■

Большой вклад в изучение круговорота воды внес российский ученый **А. И. Воейков** (1842 — 1916), слова которого «реки можно рассматривать как продукт климата» стали признанным положением.■



Участники круговорота воды на суше: река, листья, деревья.

транспирацией. Листовая поверхность растений огромна. Площадь всех листьев в 3 — 4 раза больше площади всей суши, т. е. по величине она не меньше площади Мирового океана. Таким путем **биота** (совокупность всех организмов) на суше обеспечила более интенсивный круговорот воды. Контролирует континентальный круговорот растительность на суше.■

Геологический круговорот воды — непрерывный обмен водой между океаном, сушей и недрами Земли — происходит на суше и в океане в основном в тех зонах, где находятся границы литосферных плит. Вдоль одних границ плит существуют гигантские трещины, называемые **рифтовыми**, или **зонами спрединга**. В этих зонах плиты отодвигаются друг от друга. Так, весь Атлантический океан пересекает почти посередине гигантская рифтовая трещина. Аналогичные трещины есть и на суше. Например, в Восточной Африке на нее указывают озера Ньяса и Танганьика, а в Азии — озеро Байкал. Вдоль других границ происходит столкновение плит, и одна из них «ныряет» под другую. Эти районы называют **зонами поддвига**, или **субдукции**, и находятся они там, где существуют глубоководные океанические желоба. Последние тянутся от Камчатки до Индонезии в Тихом океане.

На суше о движении плит свидетельствуют высокие горы. Так, полуостров Индостан пододвигается под Гималаи. Вместе с ныряющими литосферными плитами в глубины уходит и вся вода, находящаяся в порах и трещинах горных пород, а также в толще наносов на дне океана. В то же время вдоль рифтовых трещин, пересекающих все океаны, бьют источники очень горячих глубинных вод. В холодной придонной воде океана они быстро охлаждаются, а содержащиеся в них вещества выпадают в виде осадка, формируя конусы высотой в десятки метров. При наблюдении за этими источниками из глубоководных аппаратов конусы воспринимаются как маленькие вулканы с черным или белым «дымом» над ними, поэтому их называют белыми или черными «курильщиками». Вода, выбрасываемая из «курильщиков», возмещает ту, которая уходит в недра Земли.■



Глобальный круговорот воды не замкнут, так как через рифтовые трещины идет дополнительный приток воды из недр планеты, увеличивающей объем гидросферы ежегодно на 0,25 км^3. А часть паров воды, попадая в верхние слои атмосферы под действием солнечного излучения, разлагается на водород и кислород и уходит в космос.

За счет круговорота идет непрерывный водообмен в реках, озерах, морях, т. е. непрерывное обновление воды. Так, в Мировом океане вода полностью сменяется за счет испарения за 2400 лет, а речной сток требует 31 тыс. лет. В полярных ледниках, которые питаются атмосферной влагой, а сами, подобно рекам, стекают в океан, выбрасывая в него айсберги, смена льда происходит примерно за 10 тыс. лет. В подземных же водах это происходит в среднем за 5 тыс. лет, а в реках — всего за 12 дней.



Таким образом, круговорот обеспечивает доставку воды буквально во все уголки земного шара. В результате вода пронизывает все, поддерживая на Земле жизнь.■

Каждый живой организм можно рассматривать как часть гидросферы, участвующей в круговороте воды. Благодаря воде в организмах происходят реакции, необходимые для поддержания жизни, и формируется само тело организма. Поэтому любой организм должен пропускать через себя воду, осуществлять свой собственный круговорот воды. Как писал русский исследователь **В. Г. Богоров** (1904 – 1971), «никакой воды, которая бы не соприкасалась с живыми существами, в океане нет». Можно добавить — и на суше тоже нет. Практически вся масса воды на суше проходит через растительность и почвенные организмы, а это означает, что биота суши весь объем гидросферы планеты пропускает через себя примерно за 20 тыс. лет. В океане, где вода — это среда обитания, источник пищи и кислорода, морские организмы пропускают через себя весь объем Мирового океана всего за полгода.

Вода – идеальный растворитель, поэтому любая природная вода содержит растворенные газы и вещества, в том числе необходимые для жизни.

Потоки воды в реках, волны и течения в озерах и морях разрушают горные породы и переносят частицы и обломки на большие расстояния. Основная часть их в конце концов оказывается на дне морей и озер. Таким образом, вода формирует круговорот вещества в природе.

Растения за счет воды, углекислого газа и солнечной энергии создают органическое вещество для поддержания жизни остальных организмов на планете, которые питаются этим органическим веществом. Для того чтобы создать массу органического вещества, требуется ежегодно около 1 тыс. км^3 воды. Следовательно, можно утверждать, что гидросфера — это продукт живых организмов, среда, которую они создали сами для себя.■

Систематические работы по орошению с помощью подземных вод начались гораздо позже, чем орошение с использованием поверхностных вод. Такое устройство для подачи подземных вод, как ханат, использовалось еще в VII в. до н. э. Это были подземные каналы-галереи, тянувшиеся на многие километры. В предгорьях в них собирались подземные воды и воды из источников. На предгорной равнине вода из этих галерей стекала в каналы, и здесь ее уже можно было использовать для водоснабжения деревень или орошения полей. Это был самый эффективный способ применения подземных вод до появления современных искусственных скважин и электрических насосов. Ханаты строились в Армении, Персии, Афганистане, Северной Африке и Китае, и многие из них действуют по сей день. Столица Ирана – Тегеран еще в первой половине XX в. снабжалась водой по каналам.■



Вода нужна всем. Животные тоже участвуют в круговороте воды.

Сколько воды на Земле?

Вода — ресурс, вода — энергоноситель, вода — транспортная система, вода — основа жизни. Поэтому подсчет запасов воды ведется давно. Разработаны способы определения площади и глубины водных объектов, созданы приборы для измерения скорости течения, других физических и химических характеристик. Все это позволяет оценить запасы воды на нашей планете.

Считается, что 70,8% поверхности земного шара покрыто водой. Поэтому нашу Землю можно назвать Планетой воды, или Планетой Океана. Действительно океан занимает 360 млн. км² при общем размере поверхности планеты 510 млн. км². Но на самом деле гидросфера значительно больше. Так, ледники покрывают 16,3 млн. км², или 11% суши. Озера и водотоки на суше занимают значительно меньшую территорию — 2,3 млн. км², или 1,7% суши, болота и сильно увлажненные земли — 3 млн. км², или 2% суши. Поэтому на Земле постоянно покрыты водой не 360, а 380 млн. км² поверхности, или 75%. Итак, правильнее считать, что 3/4 земного шара постоянно покрыто водой. Однако не надо забывать и про зимний снежный покров. Самую большую площадь на суше занимает зимой снежный покров Северного полушария — 59 млн. км². В этот период года площадь, занятая гидросферой, составляет 439 млн. км², или 86% всей поверхности земного шара. Снег засыпает тропинки, дороги, тротуары, и люди вынуждены мириться с капризами и прихотями природы.■

Чтобы достаточно точно определить площади, покрытые водой на Земле, необходимо было построить точные карты всей планеты, в особенности океана. Еще в XVIII и начале XIX в. подобных карт не существовало. Поэтому многие ученые считали, что океан занимает только половину поверхности земного шара. Лишь в XX в. научились определять площади водных объектов. Но для оценки объемов воды необходимо иметь карту глубин, а для определения стока рек — уметь измерять скорости течения воды. Еще во времена первых полетов в космос наука о нем знала больше, чем о рельефе дна и глубинах океана. И лишь во второй половине XX в. ученые смогли ответить на многие вопросы, которые вставали перед нами при изучении Мирового океана.



Айсберги содержат большое количество пресной воды.



Множество рек образуется за счет таяния снега в горах.

Принц Монако **Альберт I** в 1903 г. приступил к составлению генеральной карты глубин океана. Данных было мало, и на ее составление ушло 7 месяцев. В период Второй мировой войны для измерения глубин стали использовать эхолоты и гидролокаторы. В 1982 г. было опубликовано пятое издание генеральной карты глубин Мирового океана. Для ее составления были учтены миллионы промеров глубин, результаты которых пришлось обрабатывать 7 лет.■

Водопроводы, по археологическим данным, появились очень давно. Хорошо известен водопровод Экбатана в Ассирии VIII — VII вв. до н. э., построенный по приказу легендарной царицы Семирамиды; водопровод в Иерусалиме — VII — VI вв. до н. э. и Карфагене — IV — III вв. до н. э. В древних Афинах во времена **Перикла** (около 490 — 429 гг. до н. э.), когда население достигало 200 тыс. человек, существовало 18 водопроводов.■

Если океан представляет собой единую массу воды, то на суше гидросфера состоит из множества отдельных водных объектов, как на поверхности, так и под землей. Их десятки миллионов. Поэтому наблюдения и измерения ведутся только за достаточно крупными объектами, в результате точность данных об объемах водных объектов суши ниже, чем для океана. За все время существования Земли, по оценкам российского ученого **О. Г. Сорохтина**, из ее недр было дегазировано 2,17 млрд. км³ воды. Но не вся эта вода поступила в гидросферу. Часть ее пошла на формирование земной коры. А оставшаяся вода образовала гидросферу планеты объемом 1,5 млрд. км³. Основная масса воды находится в Мировом океане. Он содержит 1370 млн. км³ воды. Но эта вода малопригодна для хозяйства, так как каждый ее литр содержит в среднем 35 г солей. В ледниках сосредоточено 28 млн. м³ воды (объем льда пересчитан в объем воды, так как лед легче жидкой воды). В подземных водах примерно 100 млн. км³, но это не точная цифра, так как учесть все подземные воды невозможно.

Остальные водные объекты можно назвать малыми по сравнению с океаном. Среди них самые крупные — это озера. Общий объем воды в озерах оценивается по-разному, в зависимости от того, относят ли к озерам Каспийское и Аральское моря. Трудность оценки заключается также в огромном количестве озер на Земле, общий объем воды которых никогда не измерялся. В почве содержится около 10 тыс. км³ воды, в болотах — примерно столько же. В руслах рек в каждое данное мгновение воды содержится всего 2 тыс. км³, а в атмосфере — всего 1,4 тыс. км³. Из суммы всех этих величин и складывается масса воды в гидросфере. Она равна 1500 млн. км².■

Человеку для жизни и производственных потребностей нужна пресная вода, но гидросфера — это в основном соленая вода. В соленой воде в 1 л содержится более 1 г растворенных веществ. Только ледники всегда содержат пресную воду. Даже реки бывают с соленой водой. Так, на севере России есть река Солянка: она протекает по району с выходами пластов солей на поверхность. А в Центральной Азии в озеро Балхаш впадает речка с солоноватой водой.

Сбор данных ведется регулярно по мере накопления сведений о водных объектах. Они показывают, что доля пресной воды в общем объеме воды на Земле незначительна: она составляет всего 2%, или 32,1 млн. км³. Но основную долю в этом объеме — более 80% — составляют пресные воды ледников, которые малодоступны для использования не только потому, что вода в них находится в твердом виде, но и из-за удаленности от населенных территорий. Пресные воды ледников располагаются или в полярных районах, или высоко в горах.■



Пресная вода тающих ледников.



Огромное количество воды на Земле сосредоточено в реках, но больше всего воды — в Мировом океане.

Первый водопровод в Риме был построен в 312 г. до н. э. В период правления императора **Траяна** (98 — 117 гг.), когда Римская империя достигла максимальных границ, а в Риме жило около 1 млн. человек, там работала сложная система водопроводов, подававшая на каждого жителя до 1000 л воды в сутки. (Сегодня же на одного жителя Рима приходится всего около 500 л.)

Большие достижения римлян в строительстве, в том числе водопроводов, стали возможны благодаря изобретению (или получению с Ближнего Востока) рецепта приготовления цемента, а также свинцовых и керамических труб. Вода в город подавалась из источников в горах по облицованным акведукам (в пер. с лат. «аква» — «вода» и «дуко» — «веду») — длинным каменным мостам-каналам.■

Реки

Для получения пресной воды человек использует реки (главный источник), озера и подземные воды. Вода в реке все время возобновляется за счет осадков или талых вод, и общий сток рек более чем в 20 раз превышает запас воды в руслах в каждый данный момент. Можно сказать, что, несмотря на огромные объемы воды на поверхности нашей планеты и в ее недрах, пресная вода составляет лишь незначительную часть, а легко доступная для человека пресная вода — совсем ничтожна по сравнению с общим ее объемом.

Реки — это водные потоки, основной составляющей которых, как правило, служит стекающая с поверхности дождевая и талая вода, несущая свои потоки в разработанных руслах. Реки различаются по длине, количеству протекающей воды, скоростям течения, глубине и т. д. Они обеспечивают связь между сушей и океаном в глобальном круговороте воды, служат основным источником пресной воды для человека. Большинство городов мира располагаются по берегам рек. Они, как артерии, пронизывают всю сушу. Это гигантская транспортная система, которая несет обломки горных пород, частицы почвы, растворенные вещества, живые организмы. Все перечисленное в конце концов попадает в Мировой океан. Именно поэтому Леонардо да Винчи назвал воду «возницей природы».■

Свое начало реки обычно берут от едва заметных родников, в болотах или озерах, ледниках в горах. Начинается река с небольшого ручейка, к которому затем присоединяются другие ручейки. Постепенно этот поток становится полноводной, а нередко и могучей рекой. Из крупных озер обычно вытекают большие реки, как, например, Нева из Ладожского озера. Большинство рек пополняют свои запасы воды благодаря дождям и таянию снегов, а в горах — за счет таяния ледников. Дождевая и талая вода, стекая по склону, образует небольшие струйки, которые соединяются в ручейки, бегущие к руслам рек. Участок поверхности, с которого вода собирается в струйки, ручейки и реки, называется **водосбором**, или **водосборным бассейном**. У струйки водосбор совсем маленький и измеряется квадратными метрами, у ручейка — гектарами, а у реки — квадратными километрами. Граница, разделяющая водосборы, называется **водоразделом**. В горах водораздел хорошо выражен и проходит по гребням гор, а на равнинах — по гребням возвышенностей, хотя нередко положение водораздела установить трудно.■

Создавая причудливые изгибы — меандры, течет река.



В Европе сеть наблюдений за реками организовал в Италии герцог Тосканский 350 лет назад. Немного раньше метод измерения скорости течения воды с помощью поплавков предложил великий итальянец **Леонардо да Винчи** (1452 — 1519). Этот метод применяется до настоящего времени.■



Истоки реки в горах.

Есть реки, которые исчезают под землей, а потом появляются вновь. Некоторые реки летом пересыхают, а зимой промерзают до дна, и ток воды прекращается. В пустынях нередки реки, по которым вода течет только при сильных дождях, что обычно случается раз в несколько лет. В арабских странах сухие русла таких рек называют вади, или уэд, а в Центральной Азии — узбой.■

Необычной рекой является безымянная река, вытекающая из озера Окичоби на юге Флориды в США. При длине 160 км она имеет ширину 80 км, а ее средняя глубина всего 15 см. Местность, по которой она протекает, называется Эверглейдс.■

Самая большая река в мире — Амазонка в Южной Америке. Площадь ее водосбора — 7180 км^2 (по другим данным — 6915 км^2), расстояние от истока реки Укаяли — свыше 7000 км, каждую секунду она выбрасывает в Атлантический океан 220 тыс. м^3 воды.■

Сколько рек на Земле, никто не знает. Все зависит от того, что считать рекой. Так, на территории России имеется более 130 тыс. рек длиной от 10 км и больше, но если считать и реки длиной менее 10 км, то их уже будет более 2 млн., а общая протяженность рек приближается к 7 — 8 млн. км. Крупных рек, впадающих в океан, длиной более 1000 км — на Земле более полусотни, их общая длина составляет 180 тыс. км, а воду они собирают с половины площади суши.■

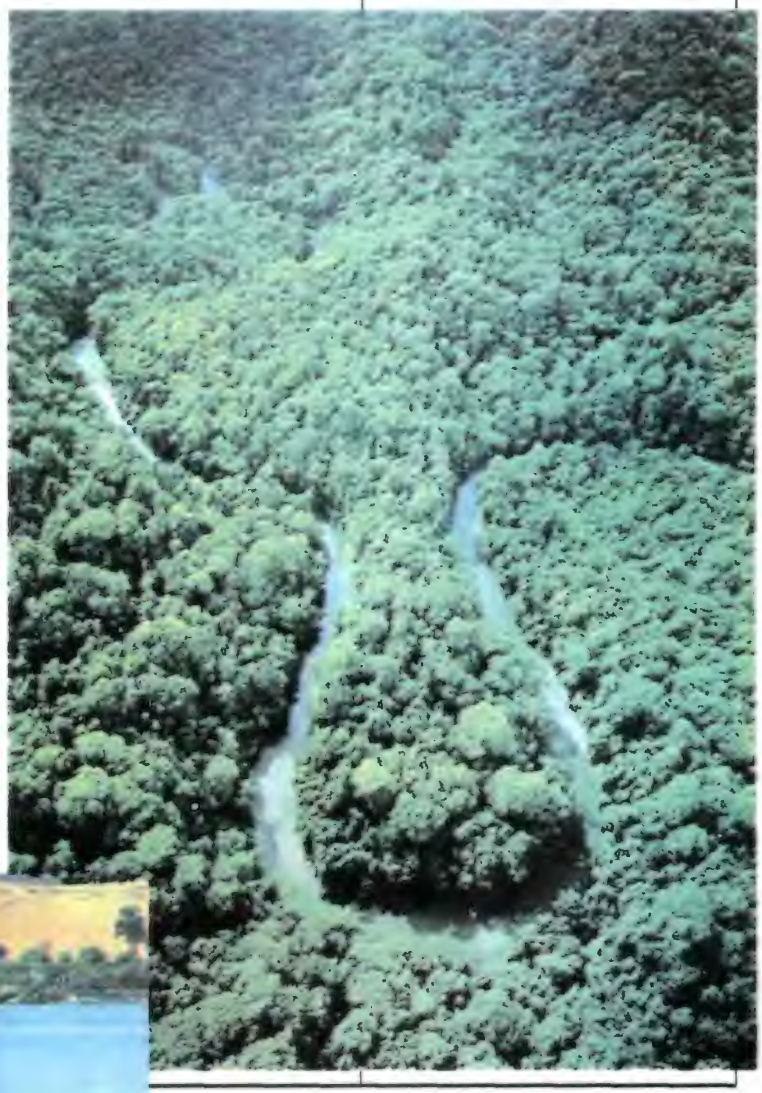
За большими и средними реками в разных пунктах ведутся постоянные наблюдения, так как реки очень изменчивы. Уровень и расход воды в них зависят от погоды: количества дождей и таяния снежного покрова. Для защиты от паводков и наводнений необходимо изучать поведение рек. В мире для этого создана огромная сеть станций, которые ведут непрерывные наблюдения за изменениями уровня воды, ее расходами, качеством, температурой, ледовыми явлениями. Таких станций сейчас 60 тыс. Кроме того, на водосборах установлено 150 тыс. измерителей атмосферных осадков и 10 тыс. станций для измерения испарения. Информация со всех станций поступает в центры обработки, где с помощью компьютеров получают данные, характеризующие поведение реки, и публикуют их в специальных «Гидрологических ежегодниках», а уже на этой основе создают «гидрологический кадастр», т. е. полную сводку данных о реках за все время наблюдений.

Существующая огромная сеть гидрологических станций охватывает менее 1% всех рек мира длиной от 10 км. На основе собираемой информации ученые-гидрологи разработали надежные методы для определения поведения неизученных рек. Это позволило определить сток всех рек мира, который составляет почти 42 тыс. км^3 в год. Если к этому добавить еще ежегодный сток льда с ледниковых покровов Антарктиды и Гренландии (3 тыс. км^3) и подземный сток (2,2 тыс. км^3) в океан, то всего с суши в океан ежегодно поступает 46 тыс. км^3 воды. Но 1 тыс. км^3 стока рек не достигает Мирового океана, поскольку уходит в озера и теряет-



В десятку самых многоводных рек мира входят (площадь водосбора в тыс. км^2): Амазонка (7180), Конго (3691), Ганг (1120), Янцзы (1808), Ориноко (1086), Енисей (2580), Миссисипи (3268), Лена (2490), Меконг (810), Обь (2990).■

Река в тропическом лесу Амазонии.



Нил — длиннейшая река Северной Африки.





Пороги на реке.

На территории России всего 10 — 12 тыс. лет назад у края огромного ледникового покрова существовали огромные пресноводные бассейны. Из этих водоемов реки текли на юг, поскольку путь на север преграждал ледник. Вода через Тургайскую долину попадала в Аральское море, а оттуда по реке Узбой, пересохшее русло которой хорошо видно на аэрофотоснимках, в Хвалынский бассейн, который находился на месте нынешнего Каспия. Уровень воды в бассейне был на 50 м выше современного. Из него через Манычскую впадину вода поступала в Черное море.■

Россия — страна рек, основная часть которых несет свои воды в Северный Ледовитый океан; их общий водосбор занимает 2/3 площади страны и включает три крупнейшие реки — Енисей, Лену и Обь. Пятая часть территории России приходится на водосборы рек, впадающих в Тихий океан, среди них самая крупная — Амур. Чуть менее 1/10 территории занимают водосборы рек бессточной впадины Каспийского моря с самой крупной рекой Европы — Волгой. Оставшаяся территория страны, около 1/20 части, принадлежит бассейнам рек, впадающих в Атлантический океан, с самой крупной рекой — Невой. Общий годовой сток рек России — 4270 км^3. Российские реки питаются в основном талыми водами снегов.■

Прорезанное рекой ущелье во Французских Альпах.

ся в песках, в так называемых бессточных областях, существующих на всех континентах, примером чему служит бассейн Каспийского моря, включающий Волгу.

Вместе с водой реки несут в океан растворенные вещества, которых в литре содержится в среднем около 90 мг. За год реки выносят 3570 млн. т растворенных веществ. Речная вода содержит также твердые частицы веществ — **наносы**. Они могут перемещаться в взвешенном в воде состоянии (взвешенные наносы) и перекатываться и «прыгать» вдоль дна (донные, или влекомые, наносы). Их общая масса составляет 17 млрд. т в год. Растворенные вещества и наносы — результат деятельности воды, которая размывает почву и горные породы, из-за чего уровень суши понижается. Этот процесс называют **эрозией**. За 1000 лет вода растворяет и смывает слой толщиной около 5 см. Следовательно, при средней высоте современной суши над уровнем моря 700 м потребовалось бы всего 14 млн. лет, чтобы ее смыть в океан. Но этого не происходит, потому что суша постоянно нарастает. Река переоткладывает наносы в руслах, устьях, озерах и морях в виде донных осадков разнообразной формы. Таким образом, реки оказываются разрушителями и скульпторами, обрабатывающими поверхность суши, рельеф которой формируется при обязательном участии воды.■

С реками мира за вторую половину XX в. произошли грандиозные изменения, связанные с деятельностью человека. На них построено огромное число больших и малых водохранилищ. Только крупных водохранилищ с объемом воды 100 млн. м^3 построено 2442, из которых более половины находятся в России. На заселенных человеком территориях не осталось рек, не затронутых в той или иной степени хозяйственной деятельностью человека. Подавляющее число рек сейчас загрязнено. Это ведет к качественному истощению водных ресурсов. В странах с засушливым климатом вода становится огромной ценностью, за обладание которой иногда ведутся военные действия, так как вода остается самым ценным и самым потребляемым в мире ресурсом.■



Реки обеспечивают и поддерживают жизнь людей, именно поэтому человек заселяет их берега. Но они же приносят беды и опасности. Мы уже знаем, что поведение реки зависит от источника питания — дождевых осадков, таяния снега или ледника. Чем больше выпадет осадков, чем интенсивнее тает снежный покров или ледник, тем больше воды прибывает, тем выше поднимается ее уровень, и она в результате выходит из берегов.

Одна из главных задач наблюдательных станций, существующих на реках, — получение данных для предсказаний паводков — быстрых подъемов воды, связанных с сильными дождями и ливнями, и половодий — подъемов воды, вызванных снеготаянием. В тропиках и субтропиках, где нет снежного покрова или он незначителен, преобладают паводки, а в умеренной континентальной, с длительным накоплением снега зоне, в том числе в России, – весенние половодья. Паводки и половодья сопровождаются наводнениями, когда затапливаются широкие полосы земли вдоль русел рек и находящиеся на них города, селения, дороги, сельскохозяйственные поля. Раз в 20 — 30 лет происходят сильные разливы, а раз в 50 — 100 лет – катастрофические наводнения. Такое наводнение произошло в Центральной и Восточной Европе летом 1997 г. в результате необычайно сильных и продолжительных дождей.■





Реки, дающие жизнь и несущие беду.

Наводнения угрожают 3/4 земной поверхности, и катастрофические наводнения в тех или иных уголках земного шара наблюдаются ежегодно. В России и Соединенных Штатах Америки сильные разливы примерно за 20 лет проходят по всей территории и при этом в той или иной мере затрагивают десятки тысяч жителей и множества городов и поселков. Иногда обычные, сезонные половодья и паводки могут превращаться в катастрофические наводнения, если, например, во время ледохода, который начинается в начале паводка, на суженном участке реки образуется затор льда — ледяная плотина. Такое происшествие случилось на реке Лене весной 1998 г., а закончилось катастрофическим наводнением. В других случаях в реках, впадающих в море, сильные штормовые ветры могут гнать воду в устье реки, уровень воды поднимается, и начинается наводнение. Подобные наводнения характерны для Невы.

Не менее опасны и засухи, когда реки мелеют, а некоторые даже пересыхают. В этих случаях гидроэлектростанции снижают выработку энергии, сокращается подача воды в города. Это неоднократно происходило в Нью-Йорке, Пекине, а в 1995 — 1996 гг. в подобной ситуации могла оказаться Москва. Но самая большая опасность угрожает странам с преимущественно орошаемым земледелием, например Китаю, где сильное и продолжительное снижение стока рек в периоды засух грозит голодом десяткам и сотням тысяч людей. Поэтому человек всегда должен держать руку на «пульсе» рек.■

В десятку самых многоводных рек России входят (площадь водосбора в тыс. км): Енисей (2580), Лена (2490), Обь (2990), Амур (1856), Волга (1360), Печора (322), Колыма (643), Северная Двина (360), Хатанга (364), Пясина (182).■

По спутниковым снимкам установлено, что 2 млн. лет назад Северную Африку пересекала с востока на запад река длиной 4500 км, которую назвали «Африканской Амазонкой». Она начиналась в горах у Красного моря и впадала в Атлантический океан. Подвижки земной коры изменили здесь лик планеты, и Нил перехватил часть ее воды.■

Жилища на сваях для защиты от наводнений.



Озера

Озера — важное звено в континентальном круговороте воды. Их отличает замедленный водообмен, так как полная смена воды в озерах происходит медленно. В жизни человека озера играют важную роль как источник водоснабжения, продовольствия, полезных ископаемых, а также как места отдыха.

Основным источником обеспечения водой человечества в большинстве случаев являются реки и озера. Запасы воды в озерах далеко не безграничны и, по современным данным, не превышают 95 тыс. км^3, т. е. всего 0,26% суммарных ресурсов пресных вод, или 0,007% общих запасов воды на Земле.■

Одно из самых удивительных озер — это озеро Чад, расположенное в Центральной Африке. Оно бессточное и почти пресное, его площадь все время меняется. Всего 5 тыс. лет назад его площадь достигала 400 тыс. км^2. Это было внутриафриканское море.■

Необыкновенные озера лежат под 2 — 3-километровой толщей ледникового покрова Антарктиды, их обнаружили в последние десятилетия с помощью специальной съемки. Одно из них находится в центре Антарктиды, в районе российской станции «Восток», и оно имеет площадь до 400 км^2. В ближайшее время планируется пробурить скважину, чтобы узнать, существует ли в таких озерах жизнь.■

Озера-старицы, созданные реками, — это бывшие участки речного русла.

Озеро — это естественное постоянное или временное скопление воды на суше в углублении ее поверхности. **Озера** различаются по размерам, происхождению, солености, возрасту и степени старения. Некоторые озера из-за больших размеров и соленой воды даже называют морями, например Каспийское и Аральское в Центральной Азии, Мертвое море на Ближнем Востоке. В то же время в степной зоне России в понижениях, называемых блюдцами, весной образуются временные маленькие озерца, а на засушливом юго-западе Соединенных Штатов встречаются крошечные водоемы, прозванные дырявыми котелками. По глубине озера также очень отличаются. Глубочайшие из них — Байкал — 1620 м, Танганьика — 1470 м и Каспийское море — 1025 м, а самые мелкие — степные блюдца, где глубина не превышает нескольких сантиметров. По такому блюдцу можно спокойно гулять.■



Люди используют озера для рыболовства.



Самое длинное озеро на Земле – озеро Танганьика, занимающее одну из котловин-грабенов в западной ветви Восточно-Африканского рифта. Длина его составляет 650 км, т. е. примерно равна расстоянию от Москвы до Санкт-Петербурга. Ширина озера — от 40 до 80 км. Озеро является одним из самых глубоких на нашей планете — 1470 м. Дно озера расположено на 700 м ниже уровня Индийского океана.■

Озеро Танганьика образовалось около 15 — 20 млн. лет назад. Оно никогда не пересыхало полностью, но уровень воды в нем несколько раз опускался на 500 — 600 м ниже современного. Об этом же свидетельствуют и обнаруженные на дне озера подводные долины. Сейсмические обвалы не раз перекрывали сток воды из озера, что резко повышало его уровень.

«И после двухнедельного пребывания на озере оно кажется в высшей степени очаровательным. Замечательно тихое озеро, хотя, говорят, в штормы оно бывает бурным. Оно лежит в глубокой чаше с почти отвесными стенками, которые густо поросли деревьями. Там, где видна порода (глинистый сланец), стенки кажутся ярко-красными. Деревья сейчас все зеленые. Кое-где по скалам стекают красивые водопады, в более ровных местах бродят буйволы, слоны и антилопы, по ночам рычат львы. Пологий участок занимает не более двух миль от отвесных стенок до берега» (*Д. Ливингстон*, 1867 г.).■

Подсчитано, что озер площадью менее 1 км² на территории России 2,6 млн., озер площадью от 1 до 100 км² – 33 тыс., а озер площадью более 100 км – всего 115. Наибольшую площадь в России озера занимают в дельте реки Волги – 11,4% всей территории, затем на Кольском полуострове – 6,3% и Северо-Западе России – 5,4%, наименьшую – на Прикаспийской низменности – менее 0,01%.■

Озерные понижения и котловины возникают в результате движений земной коры, извержений вулканов, обвалов и оседаний грунта, протаивания подземных озер, размывов рек. А потому озера появляются постоянно. Так, после паводка извилистая река часто спрямляет свое течение, пробивая новое русло. А участок старого русла в виде серповидной излучины превращается в **озеро-старицу**.

В 1911 г. грандиозный обвал, вызванный сильным землетрясением, перегородил долину реки Мургаб на Памире, в результате чего образовалось Сарезское озеро глубиной до 500 м и объемом воды 16 км³.■

Озер на суше – великое множество, они исчисляются десятками миллионов и занимают 2,3 млн. км², или 1,7% не покрытой ледниками суши. Распределяются они по странам неравномерно — в одних их очень мало, а в других очень много. Так, Финляндию называют страной тысячи озер, хотя на самом деле их там гораздо больше. В России озер тоже очень много. Таким образом, на каждые 6,3 км² территории России приходится одно озеро, а на каждого жителя — 2,5 м² площади озер.■

Изменение объема воды в озерах и, следовательно, ее уровня определяется притоком и оттоком. Поступление воды происходит за счет атмосферных осадков, выпадающих на поверхность, и стекания их с водосбора озера, а также за счет подземных источников. Отток воды связан с испарением с поверхности озера, фильтрацией через дно и стоком через вытекающую реку. Если поступление воды превышает отток, то объем озера увеличивается, а уровень его повышается. Когда же потери воды больше притока, то озеро мелеет. В районах, где много атмосферных осадков, воды в озера поступает больше, чем теряется при испарении и фильтрации. Поэтому они дают начало рекам, по которым сбрасывается избыток воды. Такие озера называют **проточными**.

В засушливых районах (с сильным испарением) воды для образования реки недостаточно, поэтому озера там не имеют стока или он может быть временным. Такие озера называют **бессточными**, а если они пересыхают в отсутствие притока воды — **эфемерными**. Подобные озера характерны для Северного Казахстана, где некоторые виды рыб (карась, линь) зарываются в донный ил на глубину до 1,5 м при пересыхании водоема. В пересохшем озере рыба в состоянии спячки может находиться 2 – 3 года, пока после многоснежной зимы или дождливой весны снова не возникнет озеро.

В результате круговорота вода в озере все время обновляется. Время обновления зависит от объема и интенсивности обмена воды. Небольшие проточные озера могут обновляться за несколько недель, а, например, период обновления вод Байкала — 380 лет.

Если реки — это в основном системы, переносящие растворимые вещества и наносы, то озера служат накопителями веществ, приносимых с водой, причем количество растворенного вещества сильно меняется в



Заливы и мыс на озере.



Добыча и вывоз соли на соляных озерах. В озерах осаждаются и накапливаются соли разного химического состава. Они служат сырьем для химической промышленности. Донные соли используются человеком в лечебных целях.

зависимости от проточности. Озера делятся на **пресные** (всегда проточные озера), **солоноватые** (обычно на какое-то время они становятся проточными) с содержанием солей от 1 до 25 г/л и **минеральные** с содержанием солей более 25 г/л (как правило, бессточные озера). Минеральные озера распространены в основном в засушливых регионах мира, но больше всего их в Азии. В некоторых минеральных озерах содержание солей может достигать 300 — 350 г/л. Это насыщенный раствор, в котором происходит кристаллизация солей и выпадение их в осадки. Их называют **соляными**. Здесь ведется добыча соли. В сухой сезон такое озеро может пересохнуть и превратиться в солончак. В России, в Астраханской области, есть озеро Баскунчак площадью 104 км^2, которое питается солеными ключами подземных вод. В нем осаждается поваренная соль, которую добывают из озера уже многие годы.■



Есть озера, которые внезапно исчезают и потом появляются вновь. Обычно они связаны с подземными пустотами и водами. В Западной Африке встречаются озера, из которых выбрасывается большое количество углекислого газа. Этот газ тяжелее воздуха. В безветренную погоду он растекается по берегам и несет гибель людям и животным.■

Искусственные проточные озера-водохранилища создавали еще до нашей эры для орошения и защиты от наводнений. В Египте, например, было вырыто огромное водохранилище-озеро, которое, по описанию **Геродота**, имело окружность свыше 600 км при глубине 80 м. XX век можно назвать веком создания водохранилищ, в том числе самых крупных. В них аккумулировано больше четверти годового стока рек мира.■

Благодаря ветру, изменению плотности воды, температуры, а также воздействию впадающих и вытекающих рек вода в озерах все время находится в движении. В некоторых озерах она перемешивается до дна, а в других — только в верхних слоях. Тогда в нижнем, неперемешиваемом, слое температура постоянная и бóльшая концентрация растворенных веществ, чем в верхнем слое. Иногда в такой зоне застоя в связи с отсутствием кислорода и разложением органических веществ скапливается сероводород. Такое явление наблюдается на озере Гекгель в Азербайджане и Беловодь во Владимирской области в России.■

Озера имеют возраст, они рождаются и умирают. Так, например, Великие европейские озера на северо-западе России — Чудско-Псковское, Ладожское и Онежское – появились примерно 10 тыс. лет назад, когда с этой территории ушел ледник и его талая вода заполнила выпаханные им котловины. А история озера Байкал насчитывает уже 20 — 25 млн. лет. И оно еще продолжает формироваться. После землетрясения 1862 г. на его восточном берегу образовался большой залив площадью 200 км^2, а землетрясение 1959 г. увеличило его глубину в этом месте на 15 м.

Каждое озеро в зависимости от окружающих условий представляет собой развивающуюся природную систему. Оно как человек — у него своя юность, зрелость, старость и гибель. Небольшие мелкие озера проходят эти стадии быстрее. Причина старения — накопление в озерах наносов — твердых частиц, сносимых с поверхности водосборов и поступающих с атмосферными осадками, а также органических частиц — остатков развивающихся и умирающих в озерах живых организмов. На дно озера непрерывно падают миллионы таких частиц. Они-то и формируют тонкие слои отложений. Сильное заполнение озера наносами свидетельствует о его старении. Примером такого стареющего озера может служить озеро Неро на юге Ярославской области в России, на берегу которого расположен город Ростов. Его площадь 51,76 км^2, глубина — менее 4 м, а толщина отложившихся наносов в котловине озера более 100 м. Сейчас Неро — это зарастающий у берегов водоем с гниющим илом на дне. Со временем оно превратится в **болото** —



конечную стадию развития многих озер умеренной зоны. В засушливых районах на месте непересыхающих бессточных и минеральных озер при их постепенном заполнении наносами и солями образуются солончаки или плоские глинистые поверхности, называемые в Центральной Азии **такырами**.

Бывают случаи, когда река, вытекающая из озера, постепенно размывая и углубляя свое русло, начинает сбрасывать все больше воды из озера, пока все озеро не уйдет. И на его месте образуется плоская равнина. В случаях, когда озеро подпружено обвалами, при катастрофических паводках на реке, втекающей в озеро, оно может переполниться. Вода прорывает рыхлую плотину и скатывается вниз по долине, неся смерть и разрушение. Такой случай произошел в конце 60-х гг. недалеко от города Алма-Аты на озере Иссык, которое было любимым местом отдыха горожан. В последние десятилетия деятельность человека способствует быстрому старению и умиранию озер.■



Крупнейшие озера России (тыс. км²): Байкал (31,5), Ладожское (17,7), Онежское (9,7), Таймыр (4,56), Ханка (4,1), Чудско-Псковское (3,5), Чаны (2,3), Ильмень (1,12).■

Водоплавающие птицы — обитатели озер.

Искусственные озера создает человек, сооружая на реках водохранилища и вырывая пруды. Сколько в мире прудов и водохранилищ, никто не знает.

В России, по данным Каталога водохранилищ СССР, существует 2220 прудов и водохранилищ объемом от 1 млн. м³ и выше. Их суммарная емкость – почти 800 км³, т. е. 1/6 среднего годового стока рек России. Из этого объема 87% приходится на 41 крупное водохранилище объемом более 1 км³.

В США насчитывается 1,9 млн. прудов объемом менее 60 тыс. м³. Крупных водохранилищ объемом более 100 млн. м³ сейчас в мире около 5 тыс., а их суммарный объем – около 12 тыс. км³, что приближается к объему воды в руслах рек.■

Некоторые озера оказываются ловушками солнечного тепла. Их называют **геолиотермальными**. Они обычно соленые, но верхний слой холодный и слабосоленый, а на дне — сильно соленый. Между двумя слоями существует промежуточный «слой скачка», в котором резко меняются температура и соленость. Солнечные лучи прогревают воду, но верхний слой, перемешиваемый ветром, постоянно охлаждается, а нижний, защищенный «слоем скачка», накапливает солнечное тепло. Температура в этом слое может подниматься до +60 – +70° С. Таковы, например, озера Сасыккуль на Восточном Памире и озеро Ванда в Антарктиде, вечно покрытое льдом, но с «горячим» донным слоем сильно соленой воды. Такие озера можно использовать как источники энергии.■



Горное озеро.

Ледники

Ледники — это огромные массы льда, образованные и существующие за счет накопления и преобразования в лед выпадающего снега и движущиеся под действием силы тяжести. В горах ледники принимают форму потоков: ведь лед, похожий на вязкую жидкость, течет. Огромные ледниковые покровы Антарктиды и Гренландии похожи на гигантские лепешки, толстые в центральной части и тонкие по краям.

Ледники активно участвуют в круговороте воды. Они сбрасывают получаемую из атмосферы воду в реки или прямо в океан. Время существования ледников на Земле называют ледниковыми периодами. Человек возник и существует именно в такой **ледниковый период**.

Льды можно встретить везде, где есть вода: ледяные кристаллы в атмосфере, ледяной покров на реках, озерах и морях, снежный покров на суше, подземные льды в недрах планеты. Они обычны для средних и высоких широт. Чем продолжительнее там периоды с отрицательной температурой воздуха, тем лучше сохраняются ледяные образования. Там же, где холодный период длится почти круглый год и выпадают обильные снега, льды живут много лет. Это паковые льды в Северном Ледовитом океане и вокруг Антарктиды, подземные льды в зонах вечной мерзлоты, где недра Земли сохраняют отрицательную температуру, снежные кристаллы в атмосфере, где существует постоянно отрицательная температура, и, наконец, ледники высоко в горах и у полюсов Земли.■

При подъеме в горы на каждые 100 м температура воздуха понижается на 0,6 — 1° С. Поэтому если у подножия горы температура воздуха +18°, то уже на высоте 3000 м она равна 0° или даже отрицательная. И там лежат снег и лед. При движении от экватора к полюсам наблюдается то же самое: чем ближе к полюсу, тем холоднее.

Ледники образуются на Земле при длительных похолоданиях, когда большие скопления снега (снежник) не успевают растаять за летний период. Постепенно снег уплотняется, кристаллизуется и в результате превращается в лед.

Вначале маленький ледничок в горах заполняет углубление, потом он становится таким большим, что лед начинает очень медленно ползти по склону, и у ледника вырастает что-то вроде языка. Он спускается вниз по долине, где летом теплее. И там постепенно тает. У конца ледникового языка весь скопившийся лед полностью тает и превращается в поток воды — исток ледниковой реки.



Склон со снегом, который превратится в лед.

Самое большое количество айсбергов плавает вокруг Антарктиды. Их число превышает 100 тыс., а объем пресного льда, заключенный в них, составляет около 15 тыс. км³. Очень много айсбергов в Северной Атлантике, где они служат угрозой для судов. Айсберги плавают также у берегов Аляски. Поставщиками айсбергов служат горные ледники.■

Поверхность ледника, покрытая обломками породы.



Лед на ледниках содержит мало примесей. При таянии из него получается самая чистая вода. Поэтому сейчас ее все чаще используют в лечебных целях.■

Ученые «открыли» ледяные паводки только во второй половине XX в. И назвали ледники с такими паводками пульсирующими. Первый ледяной паводок наблюдался в Азии на пульсирующем леднике Медвежий на Памире в 1973 г., на леднике Беринга (Аляска) он был зафиксирован в начале 90-х гг. Пульсирующие ледники выявлены во многих горах мира – от Аляски до Гималаев. Они нередки в горах России и Центральной Азии.

В России подготовлен каталог таких ледников, так как это опасное стихийное явление.■

Американский писатель Марк Твен в своей книге «Пешком по Европе» писал: «Что такое ледник? Проще всего сказать, что это замерзшая река, залегающая в извилистой лощине между горами». В той же книге он описал ледяной паводок — неожиданно очень быстрое движение ледникового языка. Когда он вспучивается, его скорость движения возрастает в десятки и сотни раз, и за несколько месяцев конец языка продвигается вперед на 10 — 15 км. Язык ледника при этом растрескивается на вертикальные глыбы, которые с грохотом и обвалами продвигаются вперед за сутки на 100 и более метров. Такой быстро движущийся язык нередко перекрывает боковые долины. Образуется ледяная плотина, за которой накапливается вода. Однажды ледяная плотина разрушается, и вся масса накопленной воды несется вниз. До Марка Твена подобное же явление описал Майн Рид в книге «Охотники за растениями».■

Древние оледенения были открыты потому, что ледники и ледниковые покровы в процессе движения разрушают и перемалывают горные породы. Они сглаживают скалы, которые получили название «бараньи лбы».■

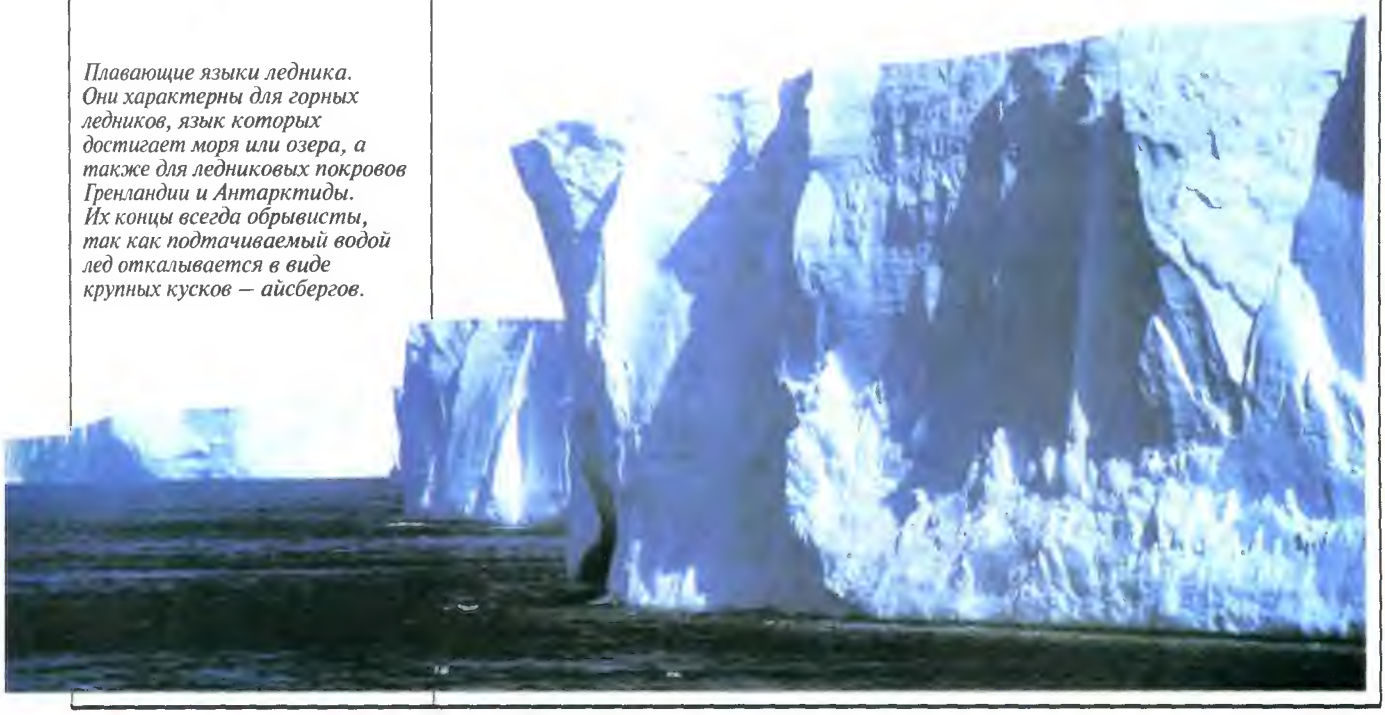


Тоннель в леднике.

Верхнюю часть **ледника** называют **областью питания**, или **аккумуляции**, а нижнюю, где он тает быстрее, чем накапливается, — **областью расхода**, или **абляции** (отнятие). Между данными областями лежит узкая полоса, где величина ежегодного накопления снега равняется величине его стаивания. Такую полосу называют **границей питания** или **равновесия**. Летом она хорошо видна. Ниже этой полосы лежит ледяной язык без снега, а выше — под снегом. Понятно, что если граница из года в год поднимается по поверхности ледника все выше и выше, то это означает потепление. И тогда ледник становится тоньше, меньше притекает льда к языку ледника, и он отступает. Если граница питания сдвигается вниз, то ледник становится толще, и его язык начинает наступать.

Таким образом, горные ледники не только чутко отзываются на изменения климата, но и служат их индикаторами. Поэтому ученые-гляциологи, изучающие ледники, уже давно наблюдают за колебаниями ледников в разных горных районах земного шара. Результаты проводимых наблюдений регулярно публикуются.

Горные ледники бывают самых разных размеров — от одного километра и менее до 203 км. Таков самый крупный горный ледник Беринга на Аляске. Большие ледники похожи на реки и имеют свои притоки. Скорость движения ледников — несколько десятков сантиметров в год. Поэтому изменения, накопления и стаивания снега, которые происходят в верхней части языка в зоне аккумуляции, не сразу доходят до его конца — обычно через многие годы.■



Плавающие языки ледника. Они характерны для горных ледников, язык которых достигает моря или озера, а также для ледниковых покровов Гренландии и Антарктиды. Их концы всегда обрывисты, так как подтачиваемый водой лед откалывается в виде крупных кусков — айсбергов.

Ледники в полярных широтах образуются так же, как и горные, т. е. начинаются со снежников. Но, разрастаясь, они заполняют все неровности земной поверхности, образуя купол, и при достижении определенной толщины начинают растекаться, как подошедшее тесто. Такие ледники называются **покровными**.

Как и у горных ледников, у них есть область питания и область расхода. У горных ледников лед расходуется обычно на талые воды, у покровных — на айсберги, которые с пушечным грохотом рушатся в океан, поднимая брызги и вызывая волны. А тают айсберги уже в океане, путешествуя вместе с течениями и ветрами. Именно с таким айсбергом, отколовшимся где-то в Гренландии, столкнулся легендарный пароход «Титаник». На островах Северного Ледовитого океана и у берегов Антарктиды есть ледяные купола. Они покрывают острова Земли Франца-Иосифа, Новой Земли, Северной Земли, Шпицберген и Канадского арктического архипелага и ведут себя так же, как и антарктический и гренландский ледниковые покровы. Ледники занимают 16,1 млн. км^2 суши, из этой площади на ледниковые покровы приходится 14,4 млн. км^2 (85,3% — на Антарктиду, 12,1 — на Гренландию и 2,6% — на ледниковые купола), а на горные ледники — 1,7 млн. км^2. Таким образом, ледники на поверхности Земли по площади и объему воды занимают второе место после Мирового океана, а по содержанию пресной воды с ними не могут сравниться ни реки, ни озера, ни подземные воды, вместе взятые. Между ледниками и остальной гидросферой идет непрерывный водообмен, за счет которого лед все время обновляется. Ледники в среднем обновляются за 9 тыс. лет. Но для такого гиганта, как Антарктический ледник, необходимо 11 — 12 тыс. лет, а для небольших горных ледников – всего несколько десятков лет.■

На территории России следы древних оледенений обнаружены от Балтийского до Берингова моря. Это свидетельствует о том, что многие регионы страны неоднократно покрывались льдами.■



Провалы на поверхности и тоннели в леднике создают талые воды. Они образуют в нише ледника сложную систему, состоящую из наклонных каналов и вертикальных колодцев.

Антарктический материк появился на карте последним — спустя 300 лет после открытия Америки и 200 — после Австралии. Честь первооткрывателей принадлежит русским морякам, которые на парусных кораблях «Мирный» и «Восток» под командованием М. П. Лазарева и Ф. Р. Беллинсгаузена в 1820 г. подошли к берегам Антарктиды. До этого считалось, что вокруг Южного полюса расположен большой материк, но никто не предполагал, что он покрыт льдом. Это самый большой ледниковый покров на Земле, его площадь 13,98 млн. км^2, т. е. в 1,5 раза больше площади Австралии, средняя толщина льда 2,2 км, а наибольшая — 4,7 км. Объем льда равен 26 млн. км^3. Ледник ежегодно получает в виде снега 2000 — 2200 км^3 льда, и примерно столько же теряется на айсберги и на таяние.

Антарктический айсберг.



Часть Антарктического ледника — шельфовые ледники, это льды, сползающие с материка в море. В Западной Антарктиде находятся два гигантских шельфовых ледника, частично накрывшие ледяной крышкой моря Росса и Уэдделла. Остальные шельфовые ледники гораздо меньше по размерам. Общая площадь всех шельфовых ледников – 1,5 млн. км^2.■

Еще в XIX в. природный лед был предметом торговли, поскольку холодильниками для хранения продуктов служили погреба, заполняемые льдом. Например, для европейских стран поставщиком льда была Норвегия, откуда судами привозили ежегодно до 500 тыс. т льда, а для Калифорнии — Аляска. Тогда же возникла идея транспортировки на буксире айсберга в Калифорнию для использования в качестве питьевой воды и для орошения. Эта идея возродилась спустя много лет, и начиная с 60-х гг. разрабатываются способы и маршруты доставки антарктических и гренландских айсбергов к берегам стран с нехваткой пресной воды — в Австралию, Южную Африку, Саудовскую Аравию и др. Последний такой проект был тщательно подготовлен для демонстрации на всемирной выставке «Океан-98» в Лиссабоне (Португалия). К сожалению, он сорвался только по организационным причинам, но в ближайшее время, видимо, будет осуществлен.■



Язык горного ледника, от которого берет начало река.

Гренландия была открыта викингами в 875 г., когда корабль Генбьерна Ульфсона сбился с курса и моряки увидели за прибрежными островами землю, покрытую льдом. Но настоящее открытие Гренландии и ее колонизация викингами связаны с именем Эйрика Рыжего. Там он оказался после изгнания из Исландии около 980 г., а через три года им была снаряжена флотилия для переселенцев из Исландии.■

Гренландский ледник занимает 1,7 млн. км² из 2,2 территории острова. Площадь отдельных ледников составляет еще 0,1 млн. км². Наибольшая толщина льда – 3,4 км, а средняя — 1,8 км. Объем льда равен 3,2 млн. км³. Лед в Гренландии передвигается со скоростью 10 — 20 м в год от центральной части к периферии. Но во льду есть быстрые ледяные потоки, движущиеся со скоростью в 100 раз большей.

Самый известный ледяной поток – Якобсхавн, который перемещается с огромной для льда скоростью — 7 км в год.

Ледниковый покров получает из атмосферы 600 км³ льда каждый год и примерно столько же теряет на образование айсбергов и таяние.

Растет или сокращается гренландский ледниковый покров — еще не выяснено.■

Язык ледника с подледным каналом, по которому стекают талые воды.

Особенность антарктического ледникового покрова — существование на его ложе в центральной части обширной зоны таяния, где обнаружены подледные озера. Одно из озер расположено в самом суровом месте — Полюсе недоступности, в районе российской станции «Восток». В ближайшее время планируется пробурить во льду скважину и взять пробы воды и грунта этого удивительного озера, что позволит узнать, существует ли там жизнь.

Во льду Антарктиды образуются ледяные «реки» — потоки льда, которые движутся со значительно большей скоростью, чем окружающие их ледяные «берега». Если лед Антарктического ледника у его края движется со скоростью до 1 м в год, то ледяные потоки имеют скорость от 100 до 2000 м в год и больше. Причины возникновения этих потоков еще не ясны.

Такие ледяные потоки доставляют лед из материковой части Антарктиды к шельфовым ледникам.

Крупнейшим ледяным потоком в Антарктиде является ледник Тейлора, дренирующий огромную территорию восточного антарктического ледникового покрова. Между дренажными бассейнами ледяных потоков существуют ледоразделы, аналогичные речным водоразделам. От них лед движется в разных направлениях.

Огромная тяжесть льда вдавила этот материк в земную кору так, что ее значительная часть лежит ниже уровня моря и сейчас подледное ложе больше похоже на архипелаг, чем на материк. Но если лед растает, то на месте материка окажется архипелаг, состоящий из крупных и мелких островов.

Антарктический ледник теряет лед в основном за счет откалывающихся айсбергов, иногда гигантов размером с небольшое государство вроде Монако или Сан-Марино. Но точную массу откалывающихся ежегодно айсбергов определить трудно, поэтому в научной среде все еще идут споры о том, уменьшается ли Антарктический ледник или растет.■



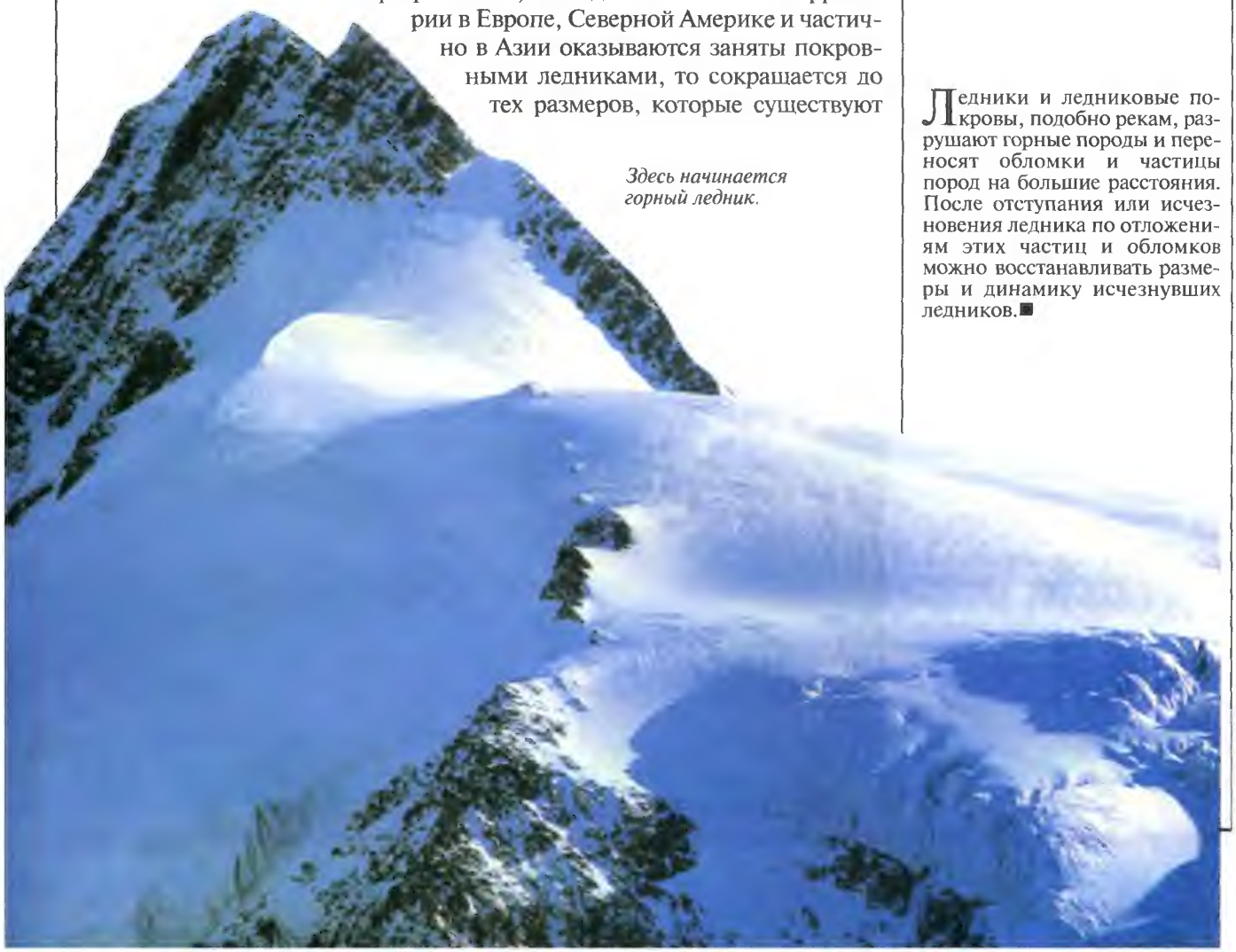
Открытие Антарктиды российскими моряками в 1820 г.



Оледенение Земли

Исследования геологов и географов доказали, что наша планета всегда находилась в одном из двух состояний — оледенелом или безледном. Однако Земля никогда не оледеневала полностью. Если бы это произошло, то наша планета так бы и осталась «белой планетой». Следы ледниковых периодов существуют на всех континентах. Они позволили воссоздать картину прошлых оледенений.

За время геологической истории планеты, насчитывающей более 4 млрд. лет, Земля испытала несколько периодов оледенения. Древнейшее Гуронское оледенение имеет возраст 4,1 — 2,5 млрд. лет, Гнейсесское — 900 — 950 млн. лет. Далее ледниковые периоды повторялись довольно регулярно: Стертское — 810 — 710, Варангское — 680 — 570, Ордовикское — 410 — 450 млн. лет назад. Предпоследний ледниковый период на Земле был 340 — 240 млн. лет назад и назывался Гондванским. Сейчас на Земле очередной ледниковый период, называемый Кайнозойским, который начался 30 — 40 млн. лет назад с появления антарктического ледникового покрова. Человек появился и живет в ледниковом периоде. В последние несколько миллионов лет оледенение Земли то разрастается, и тогда значительные территории в Европе, Северной Америке и частично в Азии оказываются заняты покровными ледниками, то сокращается до тех размеров, которые существуют



Здесь начинается горный ледник.

Лед — твердая фаза воды — широко распространен в космосе и на других планетах. Есть даже небесные тела — кометы, состоящие изо льда. Сейчас ледяные частицы обнаружены и в пылевых космических облаках.■



Лед — стихия белых медведей.

Ледники и ледниковые покровы, подобно рекам, разрушают горные породы и переносят обломки и частицы пород на большие расстояния. После отступания или исчезновения ледника по отложениям этих частиц и обломков можно восстанавливать размеры и динамику исчезнувших ледников.■



Поток горного ледника.

Антарктический ледниковый покров разрастался во время последнего наступления ледников. Своего максимума он достиг 17 – 21 тыс. лет назад. В это время он полностью покрыл моря Росса и Уэдделла, а объем льда увеличился в 1,5 раза. Но есть и меньшие оценки размеров южнополярного оледенения.■

Поверхность ледника, нарушенная трещинами.



сегодня. Для последнего миллиона лет выявлено 9 таких циклов. Обычно период разрастания и существования ледниковых покровов в Северном полушарии примерно в 10 раз продолжительнее, чем период разрушения и отступания. Периоды отступания ледников называют межледниковьем. Сейчас мы живем в период очередного межледниковья, которое называется **голоцен.**■

Причины оледенения Земли до конца еще не ясны. Их объясняют или космическими, или чисто земными причинами. Непрерывное изменение лика планеты могло произойти в результате раскола и слияния материков. В таком случае в процессе движения материки оказывались на полюсах Земли, и тогда возникало оледенение.

Почему же в ледниковые периоды наблюдаются периодические изменения площади ледников? Одна из существующих гипотез связана с положением нашей планеты по отношению к Солнцу на орбите, наклоном земной оси и ее колебанием. Все это приводит к периодическим сокращениям количества солнечного тепла на Земле. Возникновение оледенений и их колебаний свидетельствует о неустойчивости климата, попытках Земли стать то холодной планетой типа Марса (в таком случае средняя годовая температура у поверхности должна упасть ниже 5° С), то горячей — типа Венеры (тогда температура у поверхности должна подняться до точки кипения воды). Процесс по «горячему» сценарию развивался на Земле 3 млрд. лет назад, когда у ее поверхности температура поднялась до +90 ... +100°, но океан не закипел из-за более высокой плотности атмосферы, чем сейчас.

Во времена ледниковых периодов и при изменении площади ледников происходит перестройка гидросферы Земли. Вода перераспределяется между океаном, сушей и ледниками. Это сопровождается перемещением воды из океана на сушу, перестройкой гидросферы суши, изменениями площади суши и океана, колебаниями уровня океана на сотни метров.■

Последнее наступание ледников началось более 100 тыс. лет назад и завершилось совсем недавно — всего 10 тыс. лет назад. На европейской части России ледниковый покров в период наибольшего развития занимал территорию южнее Москвы, а в Восточной и Центральной Европе приближался к 50° с. ш. В Северной Америке он продвинулся еще дальше на юг и перекрыл весь район Великих озер. Своего максимума последнее наступание ледников достигло 12 – 15 тыс. лет назад. Площадь, которую занимал ледниковый покров Северного полушария, была огромной, но она точно не установлена: гляциологи продолжают исследование его границ. Если колебания современного оледенения будут такими же, как это было в последний миллион лет, то в не столь уж отдаленном будущем человечеству следует ожидать нового наступания ледников. Конечно, если этому не помешает потепление климата, вызванное деятельностью человека.■



Айсберг необычной формы.

Подземные воды

Подземные воды залегают в толще земной коры. Они могут там находиться в разных физических состояниях. В недрах Земли воды накапливаются и передвигаются по пустотам, порам или трещинам. Водонепроницаемые породы формируют подземные водоносные системы, пронизывающие всю земную кору.

О происхождении подземных вод задумывались еще античные мыслители. Греческие философы **Фалес** (625 — 547 гг. до н. э.) и **Платон** (428 — 348 гг. до н. э.) считали, что подземные воды образуются из охлаждающегося в пещерах воздуха и что «каковы породы, таковы и воды». Идеи, близкие к современным, высказал римский инженер **Витрувий** в I в. до н. э.: «... снега... под прикрытием теней деревьев и гор подолгу сохраняются, а затем, по мере таяния, просачиваются по земляным пластам, доходят до самого низа подошвы гор, оттуда... бьют ключом источника». Не так давно стало известно о труде персидского ученого **Каради** (ум. в 1016 г.) — «Поиски скрытых под землей вод», где он изложил учение о подземных водах, которое вполне соответствует современным научным представлениям.

Воды, самопроизвольно изливающиеся из скважин, впервые были добыты в XII в. в провинции Артуа, на севере Франции. Латинское название провинции — Артезия, а потому такие воды стали называть артезианскими. В средние века в Европе все же преобладали античные идеи о морском происхождении **подземных вод**. Поэтому француз **П. Перро**, доказавший путем измерений происхождение подземных вод из атмосферных осадков, боясь непонимания, свою книгу «Происхождение источников» опубликовал в 1674 г. под чужим именем. С этого момента начиналось развитие науки о подземных водах. А имя этой науке дал **Ж. Ламарк** (1744 — 1829) – французский естествоиспытатель, издавший в 1802 г. книгу «Гидрогеология, или Исследование влияния воды на поверхность земного шара».



Воды горячих источников образуют натечные террасы из травертина.

Насыщенные различными веществами подземные воды используются как «жидкая руда». Из них добывают поваренную соль, йод, бром, литий, борную кислоту, глауберову соль и другие вещества.■



К источнику подземной воды приходят животные, чтобы напиться.

Муниципалитет французского города Дижона пригласил инженера **А. Дарси** изучить и представить свои соображения о возможности использования подземных вод для водоснабжения. В 1856 г. А. Дарси представил объемистый трактат, но вместо конкретных рекомендаций в нем было множество формул и расчетов. Городские чиновники ничего не поняли в этих бумагах. А в них были впервые сформулированы основные законы движения подземных вод, которые сейчас используют все специалисты.■

Подземные воды исследовали многие российские гидрогеологи. В 1886 г. в России появилась первая официальная должность гидрогеолога, учрежденная Таврическим губернским земством, которую занял **Н. А. Головкинский** (1834 — 1897) — специалист по подземным водам Причерноморья. Во второй половине XX в. в России вышли фундаментальные труды по гидрогеологии: «Гидрологическая энциклопедия» и 50-томный труд «Гидрогеология СССР», а также подготовлена гидрогеологическая карта мира. Гидрогеология превратилась из учения о подземных водах в науку о подземной гидросфере.■

Подземные воды разнообразны по происхождению и составу растворенных в них солей, на них влияют давление толщ земли и глубинные изменения температуры. Они не только источник чистой пресной воды, но и важное полезное ископаемое, содержащее в растворенном виде много необходимых для хозяйственной деятельности веществ. Горячие подземные воды можно также использовать как источник энергии, а минеральные воды — как пищевой и лечебный продукт.

Ученым еще только предстоит исследовать подземные воды, которые залегают в глубинах земли. Самая глубокая скважина, пробуренная на Кольском полуострове в России в научных целях, пока достигла глубины немногим более 12 км. Это свидетельствует, что вода есть и на больших глубинах.■



Колодец в засушливых районах был и остается источником пресной воды.

Подземная гидросфера включена в круговорот воды. Она обменивается водой поверхностными водоемами (реками, озерами, болотами, океаном) и атмосферой, из которой поступают осадки, а часть воды в виде пара возвращается из недр земли. По интенсивности этого водообмена выделяется три зоны подземных вод.

Самая верхняя — это **зона активного водообмена**. Она простирается на 300 — 500 м от поверхности земли. Здесь подземные воды тесно связаны с поверхностными, а время водообмена (обновления воды) — годы и десятилетия. На глубинах от 500 м до 2 км располагается **зона замедленного водообмена**, который осуществляется за десятки и сотни тысяч лет. Зона **пассивного водообмена**, время которого исчисляется миллионами лет, находится на глубине более 2 км.

Этажами располагаются и подземные воды разной степени солености (минерализации). В зоне активного водообмена преобладают пресные воды с содержанием солей до 1 г/л. В зоне замедленного водообмена — солоноватые воды с содержанием солей от 1 до 35 г/л. В зоне пассивного водообмена в основном залегают воды с содержанием растворенных солей более 35 г/л, по составу близкие к морской воде. Здесь же встречаются и перенасыщенные солями подземные воды, о происхождении которых ученые спорят до сих пор.

Хорошо известно, что с глубиной температура в земной коре повышается, поэтому возрастают и температура подземных вод, и количество пара в порах и пустотах, не занятых водой. На глубине в несколько километров температура воды может достигнуть 100° С и выше, поэтому там воз-



Поле гейзеров.

Объем подземных вод, расположенных на глубинах до 3 км, равен примерно 23 млн. км^3, а уже в 5-километровой толщи — 60 млн. км^3. Есть оценки, согласно которым воды в земной коре почти столько же, сколько в Мировом океане. Приблизительно объем подземных вод равен 100 млн. км^3.■

Гейзеры — источники в вулканических районах, регулярно выбрасывающие горячую воду.



Коварными подземными водами постоянно сталкиваются строители метрополитена. Так, в Санкт-Петербурге пришлось закрыть станцию «Площадь мужества» из-за угрозы прорыва обводненных песков. В Японии в результате прорыва подземных вод даже хотели прекратить строительство туннеля Сейкан между островами Хонсю и Хоккайдо. До сих пор не завершено строительство Северо-Муйского туннеля на Байкало-Амурской магистрали, где приток подземных вод постоянен. В Сибири и на севере Дальнего Востока нередко подземные воды зимой вырываются на поверхность и, замерзая, образуют наледи. В городах Бодайбо и Мирном они появляются прямо на улицах, а на Байкало-Амурской магистрали — вдоль железной дороги. Из всех шахт и карьеров, где добывают минеральное сырье, приходится непрерывно откачивать подземные воды.■

По трещинам и пустотам в горных породах циркулируют воды.



никает пароводяная смесь. На еще большей глубине пароводяная смесь нагревается до температуры 374° для пресной воды и 450° — для соленой при давлении около 218 атмосфер. При дальнейшем повышении температуры вода перестает быть водой, но и не становится паром, так как молекулы воды приобретают подвижность газа, а плотность вещества, которое можно назвать **водяной плазмой**, приближается к плотности воды. Такая «плазма» обладает способностью растворения в несколько раз большей, чем обычная вода. В районах вулканической деятельности пароводяная смесь нередко регулярно выбрасывается на поверхность в виде высоких фонтанов, называемых **гейзерами**.■

В зоне вечной мерзлоты, которая занимает обширные пространства в России и Канаде, в верхнем слое активного водообмена часть подземных вод залегает в виде льда — отдельных ледяных вкраплений, жил и пластов. Их запасы оцениваются в 0,3 — 0,5 млн. км^3. Таким образом, подземные воды находятся в разных физических состояниях. Свободные поры и трещины горных пород, не занятые жидкой водой, заполняет водяной пар, в верхней толще земной коры в районах с суровым климатом вода находится в виде льда, и, наконец, на больших глубинах и при повышенном давлении она существует в состоянии «водяной плазмы». Еще в недрах находится так называемая **физически связаная вода**. Она взаимодействует с частицами породы, обволакивая их и удерживаясь силами притяжения. Чем меньше частицы, тем больше они удерживают воды. Наконец, в недрах планеты встречается обычная вода, которую исследователи подземных вод называют **гравитационной**, так как ее движением управляют силы тяжести. Она-то и образует основные скопления подземных вод и подземные водоносные системы.■

Верхняя часть земной коры обычно представляет собой в основном рыхлую пористую среду толщиной от десятков сантиметров до десятков метров, состоящую из частиц горных пород разных размеров. Эту толщу называют **корой выветривания**. Она образована благодаря не только работе воды, ветра и колебаний температуры, разрушающих горные породы, но и деятельности живых организмов.

Дождевые и талые воды, а также воды из озер и рек, просачивающиеся через эту толщу, скапливаются, когда встречают на своем пути водонепроницаемый слой породы, называемый **водоупором**. Накопленная вода образует **водоносный горизонт**, или **водоносный слой**. Этот первый от поверхности земли слой называют **грунтовыми водами**. В проницаемой для воды и воздуха толще над ним могут встречаться небольшого размера водоупорные или слабопроницаемые прослойки, например глинистые. На них тоже может накапливаться вода — **верховодки**. Именно верховодки и грунтовые воды обеспечивают колодцы чистой водой.

Ниже грунтовых вод залегают чередующиеся пласты пористых водопроницаемых пород, заполненных водой, и водоупоров. Здесь все водоносные горизонты (слои) имеют кровлю из водонепроницаемых пород. Геологическая структура земной коры очень сложна, часто водоносные системы взаимосвязаны или пересекают друг друга, никаких строго горизонтальных слоев нет. Поэтому вода в водоносных слоях движется под воздействием силы тяжести

или в зависимости от гидростатического давления, т. е. от места с высоким стоянием воды к месту с низким стоянием воды, как это бывает в сообщающихся сосудах.

Русла рек, углубляясь в толщу горных пород, обычно прорезают водоносные горизонты, которые становятся одним из источников питания рек, обеспечивая примерно одну треть стока. Это известно многим, кто купался в реке и явственно чувствовал приток со дна более холодной грунтовой воды. Подземные воды стекают и в океан. Хорошо известны выходы подземных вод на дне Черного моря у побережья России и в прибрежных водах Греции, где среди соленой воды с морского дна поднимаются струи пресной. Прямой сток подземных вод в океан составляет 2,2 тыс. км^3, а вместе с подземной составляющей речного стока в океан сбрасывается 16,2 тыс. км^3 подземных вод. С учетом этих данных и запасов воды в активной зоне подземных вод — 23 млн. км^3 – водообмен в ней осуществляется за 1400 лет.■



Пещеры – результат деятельности подземных вод.

Подземные воды – это своеобразный химический реактор. В обогащенных растворенными веществами подземных водах, когда они оказываются в иных, чем прежде, условиях (меняются температура, давление, горная порода, происходит слияние с другими потоками воды), начинается выпадение из раствора веществ. Так под действием подземных вод образуются месторождения полезных ископаемых. Подземные воды формируют также пустоты в известняках — пещеры и подземные русла, а результатами таяния и замерзания становятся провалы или холмы. Таким образом подземные воды формируют горные породы и рельеф.■

Подземные водоносные системы обнаружены во всех уголках земного шара. Даже в пустынях под землей залегают моря воды. В Сахаре резервуар подземных пресных вод находится на глубине 150 — 200 м, в пустыне Каракумы — на глубине 50 м. О поведении и питании подземных морей наука знает очень мало. Но ученые упорно ищут ответы на заданные природой загадки. Использование подземных вод для водоснабжения и орошения наиболее важно в засушливых районах или там, где поверхностные воды сильно загрязнены. В большинстве городов России водоснабжение идет за счет подземных вод, а во всех российских деревнях обязательно есть колодцы или родники с чистой вкусной водой. В ряде стран подземные воды используют для орошения. Например, в США от штата Небраска на севере до Техаса на юге эксплуатируют огромное подземное пресное море — Огалала.■





Сельскохозяйственное использование источников подземных вод.

Человек и вода

Все живые организмы и человек тоже, для поддержания жизни нуждаются в воде. Ежедневно каждый человек потребляет и выделяет воду, как и любой организм. Но кроме удовлетворения физиологических потребностей вода необходима человеку для личной гигиены, приготовления пищи, уборки помещения и т. д. Гораздо больше воды требуется для хозяйственной деятельности человека: орошения полей, промышленности, энергетики. Реки, озера и моря используются как транспортные пути. Рост населения на планете, необходимость увеличения производственных мощностей — все это ведет к исчерпанию и загрязнению водных ресурсов.

Ежесуточно человек при дыхании выделяет 0,4 л, через кожу при потении — 0,6 л. прямым путем — 1 — 1,5 л воды, т. е. всего до 2,5 л. Потеря воды ведет к жажде, и человек утоляет ее, потребляя почти столько же воды. Следовательно, взрослый человек весом 70 кг в течение жизни (60 – 70 лет) потребляет 64 т, т. е. в 1000 раз больше собственной массы. При этом вода в организме сменяется в среднем за 17 дней. Таким образом, современное человечество — 6 млрд. людей — нуждается ежегодно в 5,5 км^3 только для удовлетворения физиологических потребностей.■

Вода составляет 90% массы всех живых организмов на Земле. Эмбрион человека на 97% состоит из воды, а у новорожденного ее количество равно 77% массы его тела. К 50 годам количество воды в теле человека сокращается до 60%. Распределена эта вода так: в клетках – 70%, в межклеточном пространстве, где она омывает клетки, – 23%, в крови и лимфе — 7%. В организме человека идет «круговорот воды» – за сутки сердце прогоняет жидкости в 150 раз больше массы человека, а почки – 1000 л.■

Работа на рисовом поле.



Современные условия жизни и уровень культуры требуют значительного объема воды для удовлетворения личных нужд человека. Если охотнику каменного века для своих потребностей нужно было всего 10 л воды в день, то, по оценкам санитарных служб, современному человеку уже необходимо 220 — 230 л. Совсем немного из этого объема воды (5%) требуется для питья и приготовления пищи. Больше всего воды (43%) расходуется в смывном бачке в туалете, в душе и ванной — 34%. Остаток примерно поровну распределяется между мытьем посуды, стиркой, уборкой помещения, мытьем машины и поливки клумбы перед домом. Таким образом, для личных нужд человеку требуется почти в 100 раз больше воды, чем для удовлетворения физиологических потребностей. Сейчас для этих нужд из рек, подземных вод и озер в мире забирается не более 400 км^3 воды. Если же принять во внимание, что во многих развитых странах используется 500 — 700 л в день, а также учитывать утечки из водопроводов, становится ясно, что есть страны, где на человека приходится 20 — 60 л воды. Во многих странах Африки женщины ходят рано утром к источнику, находящемуся за 1 — 2 км от жилья, чтобы принести 20 — 30 л воды.

В наши дни 70% населения мира испытывает недостаток в воде, а 1 млрд. людей живет в условиях острой нехватки воды, так как пресная вода распределена на суше неравномерно. Есть огромные засушливые территории, где на человека приходится менее 2,5 м^3 речной воды в год. Большинство населения мира не имеет водопровода. Ограниченное количество чистой воды способствует развитию инфекционных и паразитарных заболеваний, которые являются основной причиной смертности населения. И хотя человек научился пользоваться водопроводом еще с незапамятных времен, но и сейчас 30% городских жителей Африки и Азии, 20% Латинской Америки не обеспечены водопроводной водой.■

Для получения пищевых продуктов требуется огромное количество воды, в первую очередь для выращивания растительной продукции. Во многих странах естественных дождевых осадков недостаточно для обеспечения нормального развития культурных растений, поэтому приходится применять искусственное орошение — **ирригацию**. Археологические находки дают представление о широком использовании орошения и гидротехнических сооружений в древности. В междуречье Тигра и Ефрата уже

6 тыс. лет назад появились города, окруженные полями с искусственным орошением. В государствах Шумер и Аккад 5 — 6 тыс. лет назад строились большие каналы, использовавшиеся не только для орошения, но и как транспортные системы. В ассирийском своде законов было записано: «Пусть каждый совершает свою работу на своем поле и оросит свое поле». Таким же древним было и ирригационное искусство египтян, индусов и китайцев.

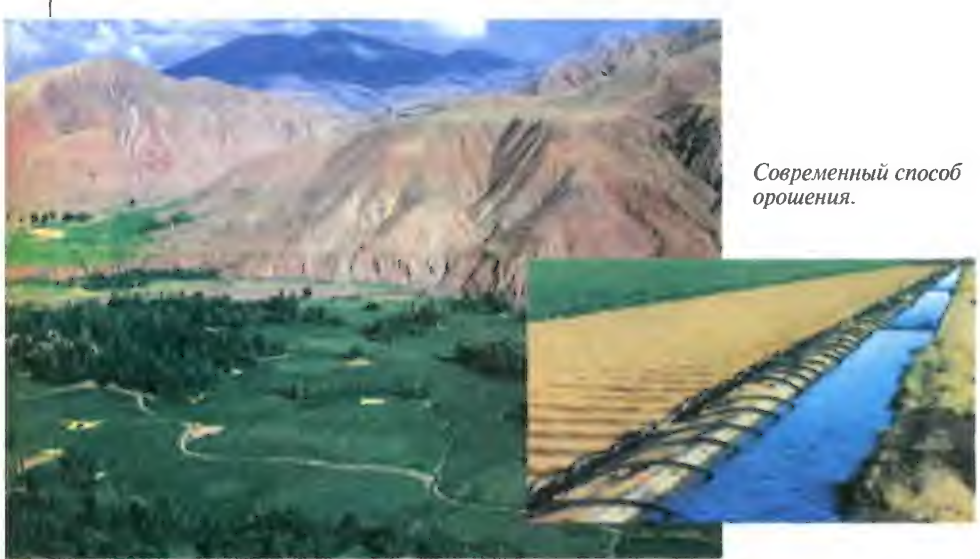
В XX в. ирригационное искусство достигло своего расцвета. В это время шел быстрый рост площадей орошаемых земель и они превысили 230 млн. км^2, что составило 15% всей площади пахотных земель мира. Орошаемые земли обеспечивают от 1/3 до 1/2 производства растительной продукции. Но сейчас площадь орошаемых земель на душу населения стала уменьшаться.

Для орошения из рек ежегодно забирается около 3000 км^3 воды, или 68% всего водозабора. Эта огромная масса воды предназначена для того, чтобы испариться и частично пойти на создание органического вещества: в среднем для получения 1 г органического вещества требуется 100 г воды. Потребности культурных растений в воде разные: от 15 — 20 тыс. м^3 на 1 га для производства риса и 5 — 6 тыс. м^3 – пшеницы.

В России (из ежегодно добываемых 100 км^3) для орошения полей в Поволжье и на Северном Кавказе используется 17 км^3 воды, в основном из Волги, Кубани, Терека и Сулака.■

Рост населения в мире, необходимость увеличения производства продовольствия ведет к нехватке воды, особенно в развивающихся странах, расположенных в засушливых районах, где проживает более 2 млрд. человек. Многие источники воды, особенно реки, используются несколькими странами, через которые они протекают. Поэтому в XXI в. ожидается развитие кризиса, связанного с дефицитом воды. Такой кризис уже проявился на Ближнем Востоке, где он может привести к политическому и военному конфликтам.■

Террасовые системы орошения рисовых полей.



Современный способ орошения.



Древний способ полива с помощью «журавля».

Использование воды требует ее добычи и перемещения (переброски). Для подачи и перемещения воды в древности применялись простые приспособления в виде «журавля», водяного колеса и архимедова винта. Но наиболее выгодный способ перемещения воды в пространстве – самотек и направляющие движение воды каналы. В древности для орошения полей и водоснабжения перебрасывалось не более 1 км^3 воды в год. Сейчас только для водоснабжения одного крупного города на большие расстояния с помощью системы плотин, водохранилищ, каналов и трубопроводов перебрасывается 3 – 5 км^3 воды в год. Так, для обеспечения водой Москвы еще в 1930 г. была создана система переброски воды из реки Волги, обеспечивавшая ежегодно 2,3 км^3 воды. Для орошения сельскохозяйственных полей только в штате Калифорния в США годовой объем переброски стока составляет 30 км^3.■

До начала промышленной революции в XVIII в. в России на малых реках строили небольшие мельничные плотины, чтобы использовать энергию падающей воды для размалывания зерна. Первая плотина была создана на реке Нейве к северу от Екатеринбурга в 1704 г. В 1719 г. была построена Вышневолоцкая плотина для обеспечения водного пути от Санкт-Петербурга до Волги.■

Вода в промышленности

Промышленность не может существовать без воды. Она основана на «мокрых» технологиях. Вода нужна для получения пара, а также для многих процессов: для охлаждения, промывки, поддержания концентрации химических веществ в растворах и т. п. Вода используется как промышленное сырье, так как в соленых подземных, озерных и морских водах содержится вся таблица Менделеева.

Для обеспечения всех потребностей промышленности ежегодно забирается из рек, подземных вод, озер и морей 1000 км³ воды. Примерно половина этой воды затрачивается на теплоэлектростанциях для получения пара и охлаждения, а остальная — в других отраслях промышленности.



На самом деле промышленность использует гораздо больше воды, чем забирает ее из водоисточников, поскольку со второй половины XX в. началось применение так называемого **оборотного водоснабжения**, что означает многократное использование одной и той же воды, однажды забранной из водоисточника после ее очередной очистки. Конечно, часть воды при этом теряется на испарение и фильтрацию, и эти потери приходится восполнять, но они количественно значительно уступают объемам воды, которые пришлось бы забирать из рек. Так, в России оборотное водоснабжение составляет 170 км³ в год, а на промышленные нужды уходит всего 70 км³. Таким образом, для бытовых, сельскохозяйственных и промышленных нужд ежегодно изымается во всем мире из природных вод около 4400 км³. Это всего 1/10 часть годового стока рек, 1/20 объема пресных вод в озерах и совсем ничтожная часть запаса пресных вод в ледниках. Казалось бы, это не может существенно влиять на водные объекты. Но в отдельных районах мира изъятие воды серьезно влияет на окружающую среду. Так, в Центральной Азии реки Амударья и Сырдарья почти полностью отдают свои воды на орошение и водоснабжение, и потому исчезает Аральское море. В США по этой же самой причине пересохла в низовье почти полностью река Колорадо.■

Чтобы использовать воду, необходимы гидротехнические сооружения. Самые распространенные из них — плотины, с помощью которых создаются искусственные проточные озера — **водохранилища**. Другое наиболее известное сооружение — **каналы**, которые отводят воду из реки или водохранилища. XX век можно назвать веком строительства

Тепловая электростанция мощностью 1 млн. кВт потребляет в год 1,5 км³ воды, а атомная той же мощности — в 1,5 — 2 раза больше. При производстве 1 т целлюлозы затрачивается 400 — 500 м³ воды, 1 т химического волокна — 1 — 2 тыс. м³, резины — 1500 м³. Выплавка 1 т чугуна требует 50 м³ воды, а 1 т цветных металлов — от сотен до тысяч кубических метров.■

Подавляющее большинство прудов и водохранилищ создано на освоенной человеком территории, где уже сильно нарушены естественные ландшафты, по большей части ставшие сельскохозяйственными угодьями, на которых построены различные сооружения и проложены дороги. В свою очередь, строительство прудов, малых и средних водохранилищ также меняет ландшафт, динамику рек, процессы формирования русла. Но оно не столь разрушительно хотя бы потому, что улучшает водоснабжение, дает возможность заниматься рыборазведением, устраивать зоны отдыха.■

Арочные плотины с заполненными водохранилищами.



Природные воды человек загрязняет не только через трубы канализации. Все, что выбрасывается в атмосферу предприятиями и электростанциями, удобрения и химические вещества, используемые в сельском хозяйстве и частично сохраняющиеся в почве, в конце концов смываются дождевой и талой водой в реки и водоемы, подземные воды, моря. В конечном счете все загрязнения попадают в природные воды, реки их переносят, а озера, подземные воды и даже ледники аккумулируют, но всеобщей «свалкой» оказывается Мировой океан.■



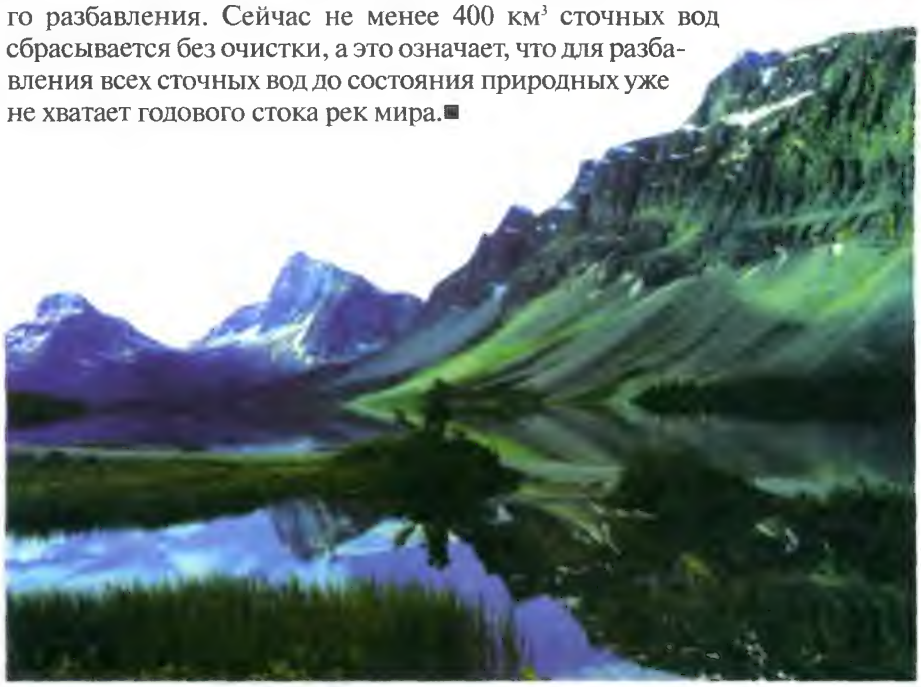
Человек научился создавать, или, как говорят химики, синтезировать более 18 млн. веществ, из них в постоянном обиходе находится более 100 тыс. Множество из них природе инородны. Это пестициды, диоксины, бифенилы. Такие вещества очень медленно разлагаются. Через воду эти опасные вещества попадают в организмы людей и животных. Поэтому сейчас главная задача — охрана воды от загрязнений.■

Плотины и водохранилища, как и каналы, в истории материальной культуры известны очень давно. Плотины использовались как для орошения, так и для защиты от наводнений.■

плотин, создания водохранилищ и каналов, в том числе самых крупных, которые построены в основном во второй половине XX в. Они необходимы для получения энергии, орошения, водоснабжения, защиты от наводнений и рыболовства.

Крупные многоцелевые водохранилища, и особенно каскады водохранилищ на реке или в одном бассейне, заметно изменяют состояние окружающей среды, нарушая устойчивость водных экосистем. Но даже каскад крупных водохранилищ на Волге не вызвал столько изменений, сколько хозяйственная деятельность на всей площади бассейна этой реки.■

Самая большая экологическая катастрофа — это загрязнение природных вод. Она коснулась всех континентов. Из 4400 км³ воды, потребляемой ежегодно человечеством, значительная часть теряется на испарение и фильтрацию, но примерно 1200 км³ сбрасывается обратно в водоемы, в основном в реки, меньше в озера, моря и подземные воды. Это так называемые **сточные воды**, которые в процессе их использования в быту, в сельском хозяйстве и промышленности насыщаются различными естественными и искусственными веществами. Обычно эти воды собираются канализационными системами и по трубам поступают на специальные очистные сооружения или сливаются прямо в реки, озера, моря и под землю. Большое количество загрязняющих веществ пополняет речные и озерные воды в результате смыва дождевой и талой водой почвы, остатков удобрений, пестицидов и других веществ с сельскохозяйственных полей. В районах развития сельского хозяйства – это основной источник загрязнения. Даже те воды, которые проходят очистные сооружения, нельзя признать безопасными, так как существующие системы не могут очищать воду полностью. Обычно степень очистки составляет 80 — 85%. Но есть такие вещества, которые вообще пока не удается удалить из воды. Поэтому даже очищенные воды требуют 5 — 10-кратного разбавления, чтобы они по своему составу могли приблизиться к природной воде. Неочищенные сточные воды, сбрасываемые в реки, требуют 100 — 1000-кратного разбавления. Сейчас не менее 400 км³ сточных вод сбрасывается без очистки, а это означает, что для разбавления всех сточных вод до состояния природных уже не хватает годового стока рек мира.■



Части великого целого



Величие и мощь океана с давних пор поражали человека. Древние люди не только поклонялись этому необъятному водному пространству, населяли его добрыми или враждебными существами, но и боялись, испытывали суеверный ужас. Но поскольку океан был необходим людям и как средство сообщения, и как источник пищи, они научились использовать его, разгадали его тайны и полюбили.

Огромное водное пространство, омывающее материки, в науке принято называть Мировым океаном. **Океан** — это обширная часть Мирового океана, характеризующаяся большими размерами, самостоятельной циркуляцией вод и атмосферы над ними, существенными особенностями в распределении водных масс и величине физико-химических параметров, а также в их режиме.

Океан неоднороден. Слагающие его элементы принято называть **водными массами**. Каждая из них представляет собой сравнительно большой объем воды, формирующейся в определенном районе Мирового океана – источнике этой массы, обладающей в течение длительного времени почти постоянным и непрерывным распределением физических, химических и биологических характеристик, составляющих единый комплекс и распространяющихся как целое.

По вертикальному положению в открытом океане водные массы бывают **поверхностными** и **подповерхностными**, занимающими верхние этажи водной толщи (до глубин порядка 500 м), **промежуточными** (в интервале глубин 500 — 1000 м), **глубинными** (1200 – 4000 м) и **придонными** (глубже 4000 м). Наибольшее распространение в Мировом океане получила холодная антарктическая придонная водная масса. Ее воды в Атлантическом океане достигают 40-й параллели с. ш.(!), в Индийском — северных окраин океана, в Тихом —7°, а местами и –20° с. ш.■

Океанологи выделяют **экваториальные**, **субтропические**, **арктические** и другие водные массы. Иногда водным массам дают имена морских бассейнов, в которых они зарождаются. Например, в северо-восточной части Индийского океана есть **аравийская**, **красноморская**, **персидская** водные массы. Водная масса может распространяться на достаточно большие расстояния от места своего формирования. Скажем, в Индийском океане антарктическая придонная водная масса достигает северных окраин глубоководных котловин в центре бассейна, т. е. примерно 22° с. ш. В этот же океан глубинными течениями переносится атлантическая глубинная водная масса.

В морях, особенно во внутренних, общее количество водных масс невелико. Так, в



Головоногий моллюск наутилус.

Воды Мирового океана покрывают около 361 млн. км², или 70,8% земной поверхности. Ученые даже иногда говорят, что планету нашу правильнее было бы называть Океаном. В океанской пучине накопилось 1,34 млрд. км³ влаги, что составляет (по разным подсчетам) 94 — 96% общего объема воды на Земле.■



Наружная окраска многих морских организмов — моллюсков, звезд, медуз — поражает разнообразием красок, причудливостью рисунков.



Средиземном море исследователи выделяют атлантическую поверхностную, левантийскую промежуточную и средиземноморскую глубинную водные массы.■

Единый Мировой океан традиционно подразделяется на четыре океана: Тихий, Атлантический, Индийский и Северный Ледовитый. Границы отдельных океанов показаны на карте. Водные рубежи океанов условны, особенно в высоких широтах Южного полушария. С традиционным разграничением Мирового океана согласны не все ученые. Часть исследователей предлагают выделить в водах, окружающих Антарктику, пятый океан — Южный, своеобразный аналог Северного Ледовитого. Эта точка зрения имеет полное право на существование, поскольку в южных приполярных районах Атлантического, Индийского и Тихого океанов существует особый режим вод. Северной границей пятого океана стало бы Антарктическое течение, огибающее земной шар в районе 50-й параллели.

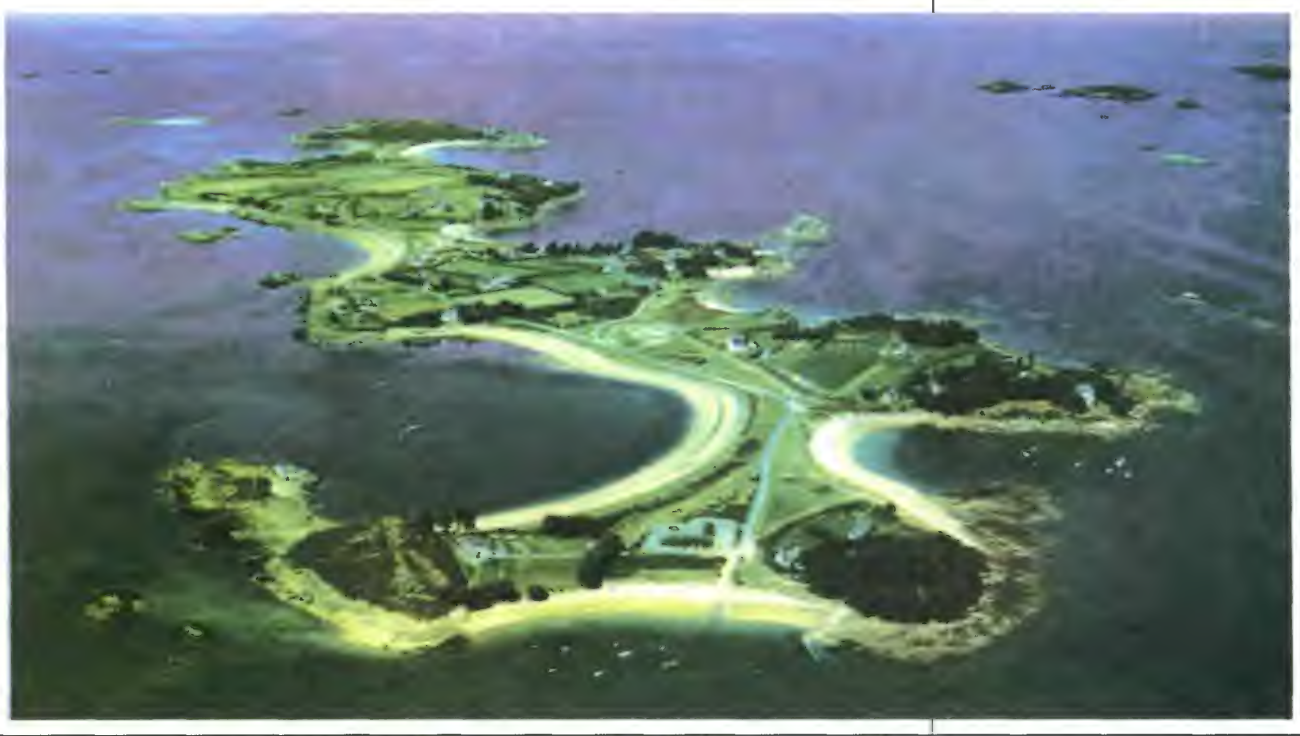
Серьезнейшим аргументом противников выделения самостоятельного Южного океана является значительная по масштабам сезонная миграция северной границы антарктических вод — около 4° по широте. В случае выделения Южного океана его размеры менялись бы в зависимости от сезона. Это создавало бы массу неудобств при описании пограничных акваторий, да и самих океанов в целом, а также при анализе их гидрологического режима. Интересно, что на новейших британских географических картах название «Южный океан» применяется по отношению только к южной части Индийского океана. Есть и другие мнения по поводу выделения гидрологических объектов внутри Мирового океана. Например, один из основателей отечественной науки об океане Н. Н. Зубов считал, что Атлантику и Тихий океан образуют различные в гидрологическом плане системы, и предлагал выделять в каждом из этих океанов в качестве самостоятельных подразделений северную и южную части.■

Средняя глубина Мирового океана (в м) – 3711, Тихого – 3976, Атлантического – 3597, Индийского – 3711, Северного Ледовитого – 1225.■

Площадь океанов (млн. км²): Тихий – 178,68, Атлантический – 91,66, Индийский – 76,17, Северный Ледовитый – 14,75. 53,0% общего объема вод Мирового океана приходится на Тихий океан, 24,6% – на Атлантический, 21,1% – на Индийский.■

С 1910 г. **Н. Н. Зубов** (1885 — 1960) вел научные работы в Арктике, на Баренцевом море, участвовал в создании Плавморнина, первого отечественного научного учреждения, занимавшегося исследованием Мирового океана. В 1932 г. руководил научной экспедицией, целью которой было обойти вокруг Земли Франца-Иосифа. Основал Государственный океанографический институт.■

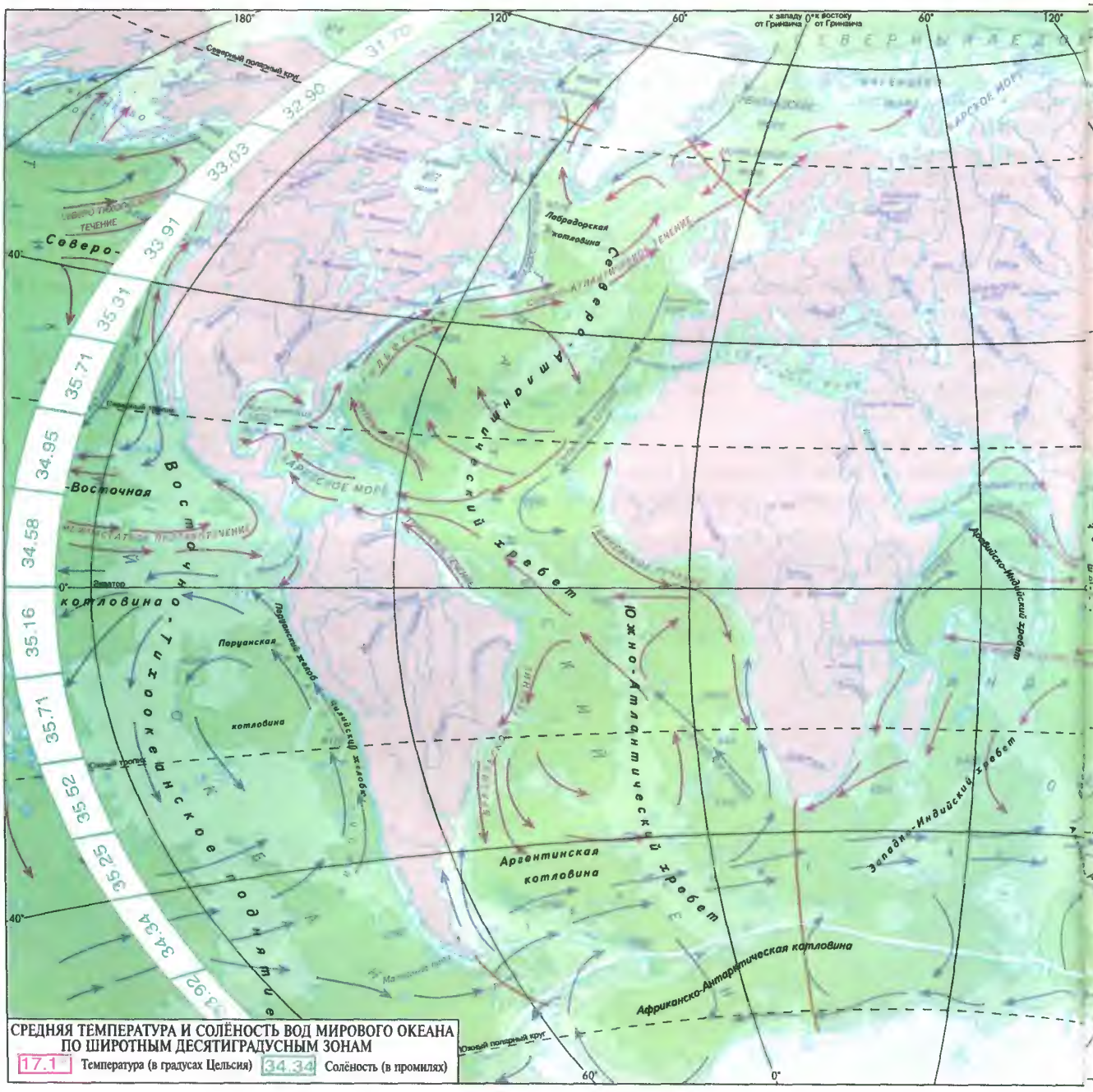
Фотографирование океана с воздуха чаще всего выполняется с применением специальной техники, позволяющей получить наглядное представление о физических и химических параметрах океана.



Название Атлантика пришло к нам из глубокой древности. Ученые полагают, что связано оно с названием Атласских гор на северо-западе Африки. Следовательно, Атлантическое море во времена Гомера и Гесиода буквально означало «море за горами Атласа». Позднее греки стали так обозначать юг известной им части современного Атлантического океана, а прилежащие к Европе воды называли то Внешним морем, то Западным, то Северным. Последнее название продержалось до 1650 г.,

Максимальная глубина Мирового океана составляет 11 022 м. Она измерена в Марианской впадине Тихого океана. Максимальные глубины других океанов (в м): Атлантический – 8742, Индийский – 7729, Северный Ледовитый – 5527.■

МИРОВОЙ ОКЕАН



СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА И СОЛЁНОСТЬ ВОД МИРОВОГО ОКЕАНА ПО ШИРОТНЫМ ДЕСЯТИГРАДУСНЫМ ЗОНАМ

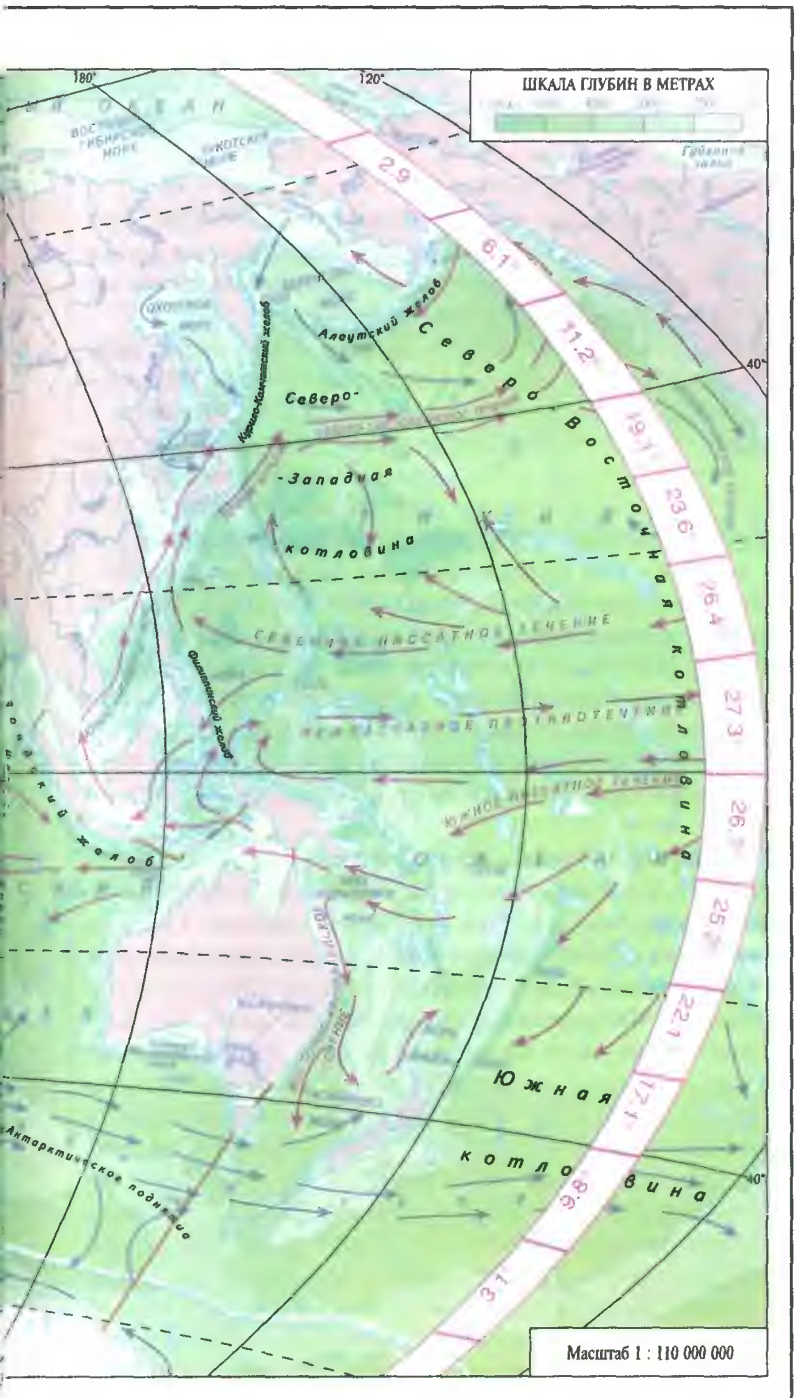
17.1 Температура (в градусах Цельсия) 34.34 Солёность (в промилях)

Крупнейшие моря Мирового океана (тыс. км²): в Тихом – Филиппинское (5726), Коралловое (4068), Южно-Китайское (3537), Тасманово (3336); в Атлантическом – Уэдделла (2910), Карибское (2777); в Индийском – Аравийское (4832); в Северном Ледовитом – Норвежское (1340).■

когда на карте голландца Вареniуса впервые появились слова «Атлантический океан» в их современном понимании.

Тихий океан был назван Фернаном Магелланом так потому, что в течение всего путешествия ни одна буря не нарушила покой мореплавателей. До этого, с легкой руки Васко Нуньеса де Бальбоа, который первым пересек Панамский перешеек, разделяющий два великих водных бассейна, океан назывался Южным морем, в противоположность Северному, т. е. Атлантике. В XVIII в. появилось новое название океана — Великий, более соответствующее его размеру и характеру, но оно не прижилось.

Индийский океан со времен седой древности был известен как Индийское море. Океаном впервые был назван в XVI в. Некоторые исследователи XVIII в. считали этот океан частью Тихого и называли его Великим Индийским заливом. Это европейские названия океанов. Мореплаватели других континентов давали океанам свои названия. Например, у арабов Атлантический океан когда-то назывался Морем Мрака (Бахр-уз-Зулумати).■



Океанские акватории

в Южном полушарии по площади больше, чем в Северном: 81 и 61% соответственно.

Окраинные части океанов разделяются на моря. **Море** — относительно небольшая часть океана, прилегающая к материку или вдающаяся в него, которая отличается от остального океана геологическими, гидрологическими, геохимическими и другими особенностями.

Н. Н. Зубов писал, что самым существенным моментом при выделении морских бассейнов надо считать наличие самостоятельных водных масс и их особого гидрологического режима. Нередко моря отде-

Магелланов пролив соединяет два основных океана планеты – Тихий и Атлантический.



Иногда, по одной из морских традиций, моряки только что спущенное на воду судно называют именем знаменитого корабля, некогда бороздившего океанские просторы. Высококлассными исследованиями Тихого океана прославился, например, в конце XIX в. российский корвет «Витязь». После Второй мировой войны это имя было присвоено флагману советской научной флотилии, который свыше 40 лет участвовал в исследованиях морей и океанов. Отечественная океанология начиналась в полярных морях плаваниями на «Персее» в 20 — 30-е гг. XX в. Когда ветеран отслужил свое, его сменил в холодных арктических водах «Персей-2».■

В 1925 — 1927 гг. немецкие океанологи совершили памятный рейс на «Метеоре». В наше время это же название было присвоено кораблю, бороздившему моря с 1963 по 1986 г., а потом во флоте ФРГ появилось третье судно под тем же названием. На смену пионеру океанологических исследований «Челленджеру» пришел «Челленджер-2», плававший в середине XX в., а позднее первое судно, приспособленное для глубоководного океанского бурения, получило название «Гломар Челленджер». В американском флоте о плававшем в 30-е гг. «Атлантисе» напоминал спущенный на воду в 1963 г. «Атлантис-2», а некогда славное имя «Пайонира» возродил полвека спустя современный научный корабль.■

Первые карты Мирового океана появились в XVI в. Обрамление карты использовано для символического изображения ветров основных румбов.





Побережье океана — это вечный спор воды и суши.

ляются от остального океана островными дугами, как, например, Берингово море, или же выступами побережья, как Мексиканский залив. Очень часто внешними границами морей (как и самих океанов) служат условные линии.

Моря бывают окраинными, межостровными и внутренними. К **окраинным** относятся, например, моря российской Арктики. **Межостровные моря** легко найти в Индо-Малайском архипелаге: Сулавеси, Банда, Яванское и др. **Внутренними морями** являются Балтийское, Средиземное, Черное. Кроме того, существует разделение морей на **внутриматериковые** и **межматериковые**. Так, Белое море – классический пример бассейна первого типа, Средиземное море — второго.

Более мелкие акватории морей и океанов – **заливы**. В них отсутствуют самостоятельные водные массы, а циркуляция вод подчинена общим динамическим законам того или иного океанского (морского) бассейна.

Если посмотреть на карту Мирового океана, то можно заметить множество несоответствий в названиях морских бассейнов. Так, Мексиканский залив на самом деле является окраинным морем Атлантического океана, Персидский залив — внутренним морем Индийского океана, Бенгальский залив — окраинным морем того же океана, тогда как Аравийское море фактически представляет собой океанский залив, подобно Бискайскому. Такая путаница в названиях возникла в период становления мореплавания. Иногда ее удается устранить. Например, водное пространство между Гренландией и островами Канадского арктического архипелага долгое время на картах обозначалось как Баффинов залив. Но во второй половине XX в. океанологи установили, что эта акватория обладает всеми характеристиками морского бассейна, и на картах появилось море Баффина.■

Больше всего морей в Тихом океане. В советском атласе Тихого океана, изданном в 1974 г., показано 28 морских бассейнов, в том числе самое крупное и самое глубокое море на Земле — Филиппинское. Однако в атласе в их число не входят отдельные акватории, называемые местными жителями, и даже некоторыми исследователями, морями. Это обширные межостровные акватории Филиппинского архипелага, море Натуна в юго-восточной части Южно-Китайского моря и др. В Атлантическом океане выделено 16 морей и близких им по величине и гидрологическому режиму заливов, в Северном Ледовитом — 14, в Индийском — 13. Впрочем, и в этих океанах есть объекты с названием «море», которые обычно не признаются учеными за самостоятельные моря. Так, юго-восточная часть Баренцева моря нередко даже в специальной литературе называется Печорским морем, хотя, конечно, самостоятельным морским бассейном не является. В акватории Средиземного моря можно насчитать 7, а на некоторых картах и все 10 морей, которые на самом деле являются крупными заливами.

Знаменитое французское исследовательское судно «Калипсо» было переделано из старого тральщика. Новый корабль, построенный по специальному заказу **Ж. И. Кусто** (1910 – 1999), получил имя «Калипсо-2». Подводный странник «Наутилус» знаком каждому, кто читал роман Жюля Верна «20000 лье под водой». В честь корабля, рожденного выдумкой фантаста, американцы назвали реальную подводную лодку, которая в начале 30-х гг. совершала подледные плавания в Арктике. Это имя получила и атомная подлодка, первая в 1958 г. прошедшая подо льдами в районе Северного полюса.■

Самыми длинными проливами в Мировом океане являются Мозамбикский (1760 км), Девисов (1170 км), Малаккский (937 км), Макассарский (710 км), Флоридский (651 км); самыми широкими (по наименьшей ширине) — Дрейка (830 км), Мозамбикский (422 км), Девисов (360 км), Датский (287 км), Бассов (213 км).
Среди наиболее важных (в навигационном или гидрологическом отношении) проливов к самым узким (по наименьшей ширине) относятся Малый Бельт (0,5 км), Босфор (0,7 км), Магелланов (2,2 км), Мессинский (3 км), Большой Бельт (11 км).■

Самые глубокие моря Мирового океана (в м): Филиппинское – 10 830, Коралловое – 9174, Соломоново – 9140, Банда – 7440, Карибское – 7090.■

У пологих берегов накапливается переносимый морской водой обломочный материал.

Определение границ и размеров морей все еще продолжается. Поэтому в справочных изданиях разных лет сведения об отдельных морях могут различаться.
Не полностью уточнены и названия отдельных морских бассейнов. Межправительственная океанографическая комиссия ЮНЕСКО рекомендовала при научных исследованиях ограничиться всего 59 морями.■

Проливы соединяют одну часть моря с другой, одно море с другим, море с океаном и т. д. **Проливы**, соединяющие океаны или моря, не принадлежат ни к одному из связываемых ими водных бассейнов.
Проливы бывают самыми разнообразными по величине. Неодинакова и роль, которую они играют в водообмене. Разумеется, пролив, отделяющий какой-нибудь маленький островок от материка, не сравнится с проливом Дрейка или с Беринговым проливом, соединяющим могучие океаны. Особенно велико значение проливов, связывающих внутриматериковые моря с океанами.
Именно размеры пролива определяют интенсивность водообмена практически изолированного бассейна с просторами открытого океана, а это существенно влияет и на динамику морского бассейна, и на качество его вод. Мелководный пролив образует в таком случае подводный порог, препятствующий водообмену в глубинных горизонтах.■



Мидии на литорали.

Глубина — основная характеристика морских проливов. Наименьшую глубину определяют на судоходном фарватере. Естественно, что с приближением к берегу глубины могут резко уменьшаться.
Самыми мелкими проливами среди наиболее важных в навигационном или гидрологическом отношении считаются Тайваньский (8,6 м), Большой Бельт (11,3 м), Малый Бельт (11,9), Малаккский (12 м), Магелланов (19,8 м), Босфор (20 м); самыми глубокими — Юкатанский (1269 м), Макассарский (930 м), Дрейка (276 м), Датский (120 м), Мозамбикский (117 м).■



Прогулка по океанскому дну

Океан начинается с береговой линии, которая не остается неподвижной: приливы и отливы, ветровые нагоны и сгоны, изменения атмосферного давления, вековые колебания земной коры дна влияют на уровень Мирового океана и способствуют тому, что береговая линия непрерывно перемещается.

От береговой линии в сторону открытого моря простирается **прибрежное мелководье, шельф**, что в переводе с английского значит «уступ» или «выступ». Это по большей части плоская равнина, плавно погружающаяся по направлению к середине океана. Средний уклон морского дна в пределах шельфа составляет 0,07°. Так почему же прибрежные морские мелководья называют уступами? Эта в целом пологая океанская структура после изменения угла наклона дна вдоль ее внешней, морской, границы на гипсометрической кривой дна океана рисуется как полочка, уступ.■



Вулканический остров посреди океана, окруженный мелководьем (шельфом). Изменения в цвете воды свидетельствуют о резком увеличении глубины и уклона дна.

Шельф — особая область океана. Он лучше всего прогревается солнцем, принимает вместе с речным стоком наибольшее количество осадков с континента и приносимых ими питательных веществ, хорошо перемешивается ветром. Все это создает на прибрежном мелководье прекрасные условия для развития органической жизни. Основные изменения при колебаниях уровня Мирового океана сказываются на шельфовой зоне. При глобальном сокращении речного стока, что характерно для эпох великих оледенений, часть шельфовой зоны становится сушей, а в межледниковые эпохи она снова погружается в океан. Например, в пик последнего плейстоценового оледенения (18 тыс. лет назад) уровень Мирового океана располагался примерно на 120 м ниже современного, и к площади нынешней суши присоединилась вдольбереговая полоса земли шириной от 1 до 400 км. Внешняя граница шельфа условна. Когда-то навигаторы ее ограничивали **изобатой** (линией равных глубин) 200 м. Впоследствии американские гидрографы предложили считать морской границей мелководья изобату в 1000 футов (300 м). По мере хозяйственного освоения шельфа и развития морских буровых работ к шельфу стали причислять все более глубоководные районы. Появилось понятие **глубокого шельфа**,



Огюст Пикар (1884 — 1962) — швейцарский физик. Прославился своими достижениями в исследовании стратосферы (держал рекорд высотного подъема на воздушном шаре — 16 200 м — в 1934 г.), а также изобретением батискафа, на котором в 1953 г. погрузился на 3150 м, что тогда было абсолютным рекордом для подводных погружений. В 1960 г. на построенном им батискафе «Триест-2» было совершено — с участием его сына Жака Пикара — погружение на дно океана в Марианской впадине, самом глубоком месте Мирового океана.■

Срединные хребты занимают около 15% общей площади океанического дна. В пределах ложа находятся также подводные плато и обособленные подводные вершины (гайоты), котловины и ложбины. Еще есть глубоководные океанические желоба, узкие и длинные, имеющие, как правило, дугообразную форму. Глубина океана в желобах значительно превышает 6000 м. Желоба занимают около 1,3% всей площади морского дна.■

к которому относят глубины до 500 м. Впрочем, последнее понятие используется в основном зарубежными геологами-нефтяниками и промысловиками.■

Природной границей материковой отмели служит линия, вдоль которой происходит резкое увеличение крутизны дна. Она располагается на глубине около 160 м.

Пологие пространства шельфа сменяются более крутым (средний уклон — 4 — 7°, но максимальная крутизна может достигать 40 — 45°) **материковым склоном**, спускающимся до 2 км, который на отдельных участках изрезан глубокими **подводными каньонами**. Одна часть этих донных ущелий образовалась в результате тектонических процессов; другая — обязана своим возникновением рекам. Большинство каньонов прорыто мутьевыми потоками. Ширина материкового склона — 15– 50 км.

Материковый склон сменяется зоной неуплотненных отложений, окаймляющих его подножие. Эта зона так и называется — **материковое**, или **континентальное, подножие**. Ее слагают осадки, смытые с материкового склона. В пределах подножия четко выделяются конусы выноса подводных каньонов. Материковое подножие располагается на глубине от 2 до 2,5 км, хотя иногда опускается и до 4-километровой глубины. Ширина материкового подножия достигает тысячи километров, а толща накопившихся на нем осадков — нескольких километров.■

Шельф, материковый склон и материковое подножие образуют **подводную окраину материков**, которая относится к континентальному типу земной коры, коренным образом отличающуюся и по возрасту, и по составу горных пород от истинно океанских слоев. Плотность пород континентальной коры равна 2,7 — 2,8 г/см^3, тогда как плотность пород, слагающих океаническую кору, составляет не менее 3,0 г/см^3. Континентальная кора (материки и их подводные окраины) очень медленно смещается по поверхности более плотного, глубинного (подстилающего) слоя. В далекие геологические эпохи расположение материков было совсем другим, так же как и соотношение суши и океана на поверхности Земли. Современное расположение континентов сложилось в основном примерно 100 млн. лет назад, т. е. к середине мелового периода.

Подводная окраина материков занимает около 22% площади океанского дна, причем около 40% общей ее площади составляет шельф. Почти всю остальную площадь дна занимает **ложе океана** (глубины — 2500 — 6000 м). Оно неоднородно по рельефу и включает в себя различные структуры. Крупнейшая структура ложа — планетарные **срединные океанические хребты**, встречающиеся во всех океанах и протянувшиеся в целом на 60 тыс. км. Если учитывать ответвления хребтов, то вся их система будет примерно в два раза длиннее экватора. Ширина срединных хребтов — от нескольких сотен до 1500 км. Над океанским дном хребты поднимаются на 3 км и выше, а отдельные вулканические вершины выступают над уровнем океана, как, например, знаменитый остров Пасха.■





Кораллы.



Схема колебаний уровня моря в геологическом времени.
Регрессия – понижение уровня океана.
Трансгрессия – подъем уровня.

Харальд Ульрик Свердруп (1888 — 1957) — норвежский океанолог, начал научную карьеру как полярный исследователь, в 1917 г. участвовал в морской экспедиции по комплексному изучению зоны действия пассатных ветров в Северной Атлантике, потом до 1925 г. работал в Канадской Арктике; в 1931 г. плавал на подводной лодке «Наутилус» в арктические льды, в район Шпицбергена. Он написал популярный учебник «Океанография для метеорологов» и был соавтором выдающейся для того времени монографии «Океаны», своего рода энциклопедии морских наук. В 1960 г. в США был создан фонд его имени для поощрения океанологических исследований.■

Многие формы рельефа на дне Мирового океана носят названия кораблей, исследовавших океанские просторы. Об отечественных исследовательских судах напоминают, например, возвышенность Персея и желоб Святой Анны в Баренцевом море, разлом Курчатова в Атлантике, желоб Витязя в Тихом океане.■

Банка Вальдивия на юго-востоке Атлантики увековечила память одноименного немецкого научно-исследовательского судна, бороздившего океан в 20-е гг. XX в. Горы Шарко к северо-западу от Пиренейского полуострова названы в честь французского экспедиционного судна «Жан Шарко». О французском корабле напоминает и глубоководная впадина Романш в экваториальной части Атлантики. Поднятие Альбатрос на востоке экваториальной части Тихого океана хранит память о шведском судне, проводившем исследования в этих водах в 1947 г. Но большая часть морских топонимов происходит от названий английских и американских судов. Английский пароход «Скоша», проводивший исследования в начале XX в. в приантарктических водах, увековечен в названии целого моря, а кроме того, двух подводных хребтов в Южной Атлантике — Северный и Южный Скоша.■

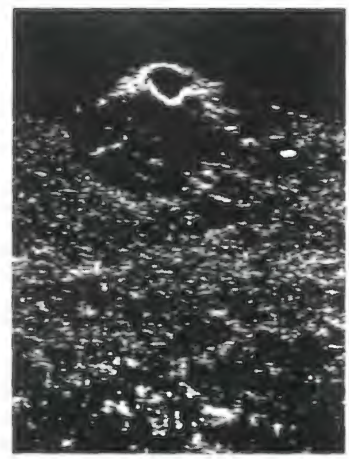
Губка Россела.



Глубинное вещество Земли

Черные базальты — породы, слагающие океаническую кору, были обнаружены в 1874 г., когда прокладывали телеграфный кабель через Северную Атлантику. Кусок базальта подняли именно со срединного океанического хребта.

По современным понятиям, срединный океанический хребет является границей двух жестких литосферных плит. В этих областях земной коры позднее были обнаружены глубинные разломы, называемые **осевыми рифтами**, по которым после раздвижения литосферных плит на поверхность дна океана выходят вещества верхней мантии. В зонах раздвижения **(спрединга)** морского дна мантия сложена преимущественно перидотитами – породами, содержащими в основном оливин, обедненный кремнием. При раздвижении плит давление на мантийные породы сверху уменьшается, и часть мантии устремляется вверх. С глубин в 50 — 70 км от подошвы коры начинается восходящее движение вещества. Продвигаясь, порода начинает плавиться. В расплав переходит не более 20% вещества. У основания земной коры происходит разделение поднявшегося материала. Самую нижнюю часть занимает перидотит. Над ним образуются габбро и другие породы с повышенным содержанием кремния, натрия и кальция. Верхнюю часть магматического очага занимает базальтовый расплав. Достигнув поверхности срединного хребта, базальт стекает по склонам и застывает, образуя так называемые подушечные лавы, и в самом деле напоминающие подушки. Магма застывает также в виде вертикальных базальтовых пластин (даек).



Подводный вулкан (диаметр кратера 2 км).

Поверхность застывшего лавового покрова.



Таким образом, пространство, образующееся при расхождении плит, заполняется магмой. При дальнейшем раздвижении плит могут появляться трещины и разрывы, параллельные продольной оси срединного хребта.■

Многочисленные мелкие трещины образуются и в верхних слоях остывающей коры. Во все эти трещины проникает морская вода. Просочившись в глубь коры, она нагревается и снова возвращается на поверхность. В результате подобной

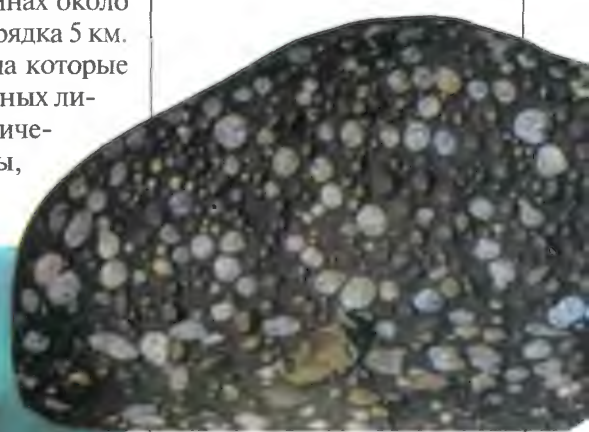
циркуляции происходит вымывание из горных пород компонентов, прежде всего ионов металлов, растворимых в воде. Выщелоченные элементы через выводные каналы вблизи гребня срединного хребта выносятся вместе с горячей водой в самый нижний слой океанской воды. Открытие этих каналов и соседствующих биологических сообществ в конце 70-х гг. XX в. стало событием в океанологии. Биологические сообщества, как и горячие растворы, способствуют преобразованию пород, отложившихся на дне океана. Прежде всего происходит изменение их химического состава. В результате на некотором расстоянии от гребня срединного хребта океаническая кора приобретает следующее строение: сначала идет слой молодых осадков, достигающий примерно полукилометровой толщины, ниже залегает слой, состоящий из базальтовых покровов, мощность которого может достигать 2 км. Как правило, этот слой разбит многочисленными трещинами. Курсирующие по ним горячие минеральные растворы способствуют преобразованию пород, слагающих слой. Следующий, океанический, слой состоит из габбро; он образуется в результате застывания базальтовых расплавов в районе магматического очага. По мере удаления от срединного хребта габбро претерпевают существенные изменения. Толщина океанического слоя может достигать 5 км. Таким образом, общая мощность коры океанического типа — 5 — 8 км, что на порядок ниже мощности континентальной коры. При этом надо помнить, что современная океаническая кора никогда не находилась в пределах континентов.■



Схема образования молодой океанической коры в районе срединного хребта.

Жак Ив Кусто (1910 — 1999) — офицер французского военного флота, с 1943 г. занимался подводными исследованиями. Вместе с **Э. Ганьяном** изобрел акваланг. Усовершенствовал легководолазное снаряжение. Сотрудничал с **О. Пикаром** — швейцарским физиком — над разработкой подводных погружаемых аппаратов, с 1944 г. руководил группой подводных исследований, с 1962 г. проводил опыты по длительному пребыванию человека в подводном мире. В 1951 г. начал океанографические исследования в Красном море на специально оборудованном корабле «Калипсо».■

Что же происходит далее с вновь образованной океанической корой? По мере возобновления процессов спрединга она словно стекает по склонам срединного хребта, постепенно остывая, сокращаясь в объеме и все глубже погружаясь в мантию. Геологи подсчитали, что глубина погружения океанической коры прямо пропорциональна квадратному корню ее возраста. Так, кора, возраст которой определен в 2 млн. лет, залегает на глубинах порядка 3 км; кора с возрастом в 20 млн. лет — на глубинах около 4 км, а при возрасте в 50 млн. лет кора находится на глубинах порядка 5 км. Новая кора движется вместе с теми литосферными плитами, на которые она попадает. К настоящему времени выделено несколько крупных литосферных плит. Большинство из них (Евразийская, Антарктическая, Северо-Американская и др.) охватывают как континенты, так и соседствующие с ними части океанов. Чисто океанические литосферные плиты расположены только в акватории Тихого океана (Тихоокеанская, Кокос и Наска). Полный цикл спрединга, от образования новой коры до ее погружения под континент, составляет 200 млн. лет. Поэтому-то на всем обширном пространстве океанического ложа и не обнаружено пород древнее юрских.■



Базальт — типичная порода, слагающая кору океанического типа.



В дыму и пламени рождается новая кора.

Много ли лет океанам?



Относительный возраст пород океанического дна ученые определяют по органическим остаткам или по их отпечаткам.

Когда ученые установили, что ложе всех океанов покоится на земной коре океанического типа, стало ясно, что впадины земной поверхности, в которых скопилась океанская вода, очень древние. Но всегда ли была в них вода? Этот вопрос считается пока открытым.



Кусок песчаника из формации реки Грин (штат Вайоминг) сохранил до наших дней драматическую историю животного мира, разыгравшуюся 45 млрд. лет назад. Неизвестно, по каким причинам разразившаяся катастрофа поглотила хищника и ее жертву.

Общепризнано, что органическая жизнь возникла именно в морской среде. Первые организмы появились не позже 3,5 млрд. лет назад. Однако органические остатки обнаружены только в раннепротерозойских отложениях (3,5 — 3,2 млрд. лет назад). Считается, что масса древнейших организмов была значительной на хорошо освещенных участках морского дна, но, как много имелось в то время на Земле таких участков, никто сказать не может. В отложениях венда (650 — 570 млн. лет назад) уже находят довольно много органических остатков, следовательно, можно говорить, что накануне палеозойской эры на планете существовали достаточно обширные водные пространства, сравнимые по размерам с современными океанами. Сторонники теории дрейфа континентов полагали, что вплоть до конца палеозоя (около 250 млн. лет назад) все современные материки были собраны в единый обширный праконтинент Пангею, окруженный огромным единым океаном. Противники этой теории утверждали, что материки и океаны в течение всей геологической истории не меняли положения. Правда, и те и другие разделяли гипотезу о постоянстве общей массы океанских вод и общих размеров океанического пространства.■

К концу XX в. появились многочисленные данные о геологической молодости современных океанов. Морское глубоководное бурение (до 1000 м) не вскрыло пород древнее юрских. Следовательно, морское осадконакопление началось не раньше, чем в последние 200 млн. лет. Получалось, что современные океаны возникли лишь в мезозое, в



Разлом в лавовых покровах в зоне срединно-океанического хребта.

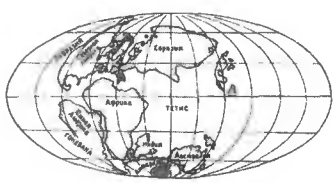


Схема расположения литосферных плит в юрское время.

В 1946 г. немецким геологом **Г. Штилле** была высказана гипотеза о различном возрасте океанов. Ученый предполагал, что самым древним из существующих океанов является Тихий. Его возраст превышает 1,5 млрд. лет. Ложе океана неоднократно обновлялось, и этот бассейн всегда являлся самым крупным резервуаром воды на нашей планете. Такой же возраст у глубоководной части Северного Ледовитого океана. Ну а Индийский и Атлантический океаны — молодые образования. Их возраст не превышает 200 млн. лет. При этом Атлантика, скорее всего, образовалась в результате раздвижения дна, тогда как Индийский океан – в результате погружения крупных блоков земной коры континентального типа.■



Вдоль побережий Тихого океана проходит фундаментальная граница между двумя типами земной коры – океаническим и континентальным.

результате опускания значительных блоков земной коры континентального типа, которое сопровождалось излияниями базальтовых лав, мощным панцирем покрывавших дно образовавшихся океанических впадин. При этом из магматических расплавов выделялось огромное количество воды, заполнявшей впадины. Одновременно земная кора под впадинами претерпевала значительные изменения, так называемую океанизацию, приобретая черты коры океанического типа.

Теория выглядела стройной, но она противоречила данным исторической геологии. Прежде всего она не согласовывалась с непрерывностью развития морской фауны в течение всего фанерозоя, т. е. последних 570 млн. лет жизни нашей планеты, причем фауны, приспособленной к определенному солевому составу океанических вод.

В последние десятилетия геологи выдвинули новую гипотезу: океаны существуют постоянно, но при этом они столь же постоянно меняют свое местоположение: исчезая в одном месте, возникают в другом. Основным доказательством молодости современных океанов считаются результаты глубоководного бурения. Однако интерпретация этих результатов может быть неоднозначной. Не исключено, например, что под базальтами, в которых пока останавливается проходка океанских скважин, могут встретиться более древние осадочные образования.■

Процесс образования океанов продолжается и в наши дни. По мнению ученых, мы являемся современниками раскрытия нового океана, который через десятки миллионов лет может возникнуть на месте нынешнего Красного моря.

Итак, океанские впадины имеют разный возраст. Ну а заполняющая их вода? Прежде чем ответить на этот вопрос, нужно разобраться: откуда вообще взялась в океанах вода? Ученые утверждают, что основной объем океанических вод образовался за счет дегазации мантийного вещества (выхода газов недр Земли на поверхность). На каком же этапе геологической истории планеты происходила эта дегазация? Американский ученый Т. Шопф подсчитал: за последние 3,5 млрд. лет могло образоваться не более пятой части современного объема океанов. Верхняя мантия подвергалась процессам дегазации преимущественно в течение первого миллиарда лет существования планеты. В это время происходил массовый вынос из мантии Земли к ее поверхности воды и кислых продуктов дегазации мантийного вещества. Около 2,5 млрд. лет назад средняя толщина водного слоя в океане не превышала, видимо, 2000 м. Примерно 1,7 млрд. лет назад химический состав атмосферы и океанических вод стал близок к современному.■



Основные характеристики океанической водной среды

Морская вода — удивительнейшее создание природы. И самое примечательное в ней — ее состав. В морской воде растворены очень многие элементы периодической системы, хотя большинство из них — в ничтожных количествах. Это уникальный по разнообразию компонентов раствор, исключительно благоприятный для зарождения и поддержания органической жизни.

В морской воде количественно преобладают ионы хлора и натрия. Если же рассматривать не отдельные ионы, а химические соединения, то больше всего в морской воде растворено хлоридов (88,7%), среди которых преобладает хлористый натрий, или обыкновенная поваренная соль. Значительно уступают хлоридам сульфаты (10,8%), соли всем хорошо знакомой серной кислоты. На все прочие вещества приходится всего около 0,5% общего солевого состава морской воды.

Именно химический состав стихии Нептуна объясняет, почему морская вода на вкус горько-соленая и плавать в ней гораздо легче, чем в пресной, речной и озерной. Первое обстоятельство не требует особых комментариев, второе объясняется большей плотностью морской воды.■

Показателем количества растворенных в воде химических веществ служит особая характеристика, которую ученые называют соленостью. **Соленость** — это выраженная в граммах масса всех солей, содержащихся в 1 кг морской воды. Соленость измеряется в тысячных долях, или промилле (‰). На поверхности открытого океана колебания солености невелики: от 32 до 38‰. Средняя поверхностная соленость Мирового океана составляет около 35‰ (более точно — 34,73). Чуть выше средние значения солености Атлантики и Тихого океана (по 34,87‰), чуть ниже средняя соленость Индийского океана (34,58‰). Сказывается распресняющее воздействие антарктических льдов.



Поскольку соотношение ионов в растворе постоянно, достаточно определить содержание одного из них, чтобы найти значение солености. Проще всего выбрать преобладающий в растворе ион — таким в морской воде является ион хлора. Поэтому и определение солености при гидрохимических работах на судах сводится к определению хлорности, т. е. содержания галогенов в исследуемом образце морской воды.

Хлорность и соленость связаны простым линейным отношением. Зная первый показатель, легко вычислить второй: достаточно умножить значение хлорности на так называемый хлорный коэффициент (1,807). Однако гидрохимики пользуются таблицами.■

Уровень океана всегда подвижен — океан то наступает на сушу, то уходит назад.



Термический экватор Мирового океана, т. е. линия наибольших поверхностных температур воды, смещен относительно географического экватора к северу. Многолетняя среднегодовая поверхностная температура океана на термическом экваторе составляет около 28° в открытой акватории и около 32° — в замкнутых морях.■

Дефант А. (1884 — 1974) — австрийский океанолог и метеоролог, автор основополагающих трудов в различных областях физики атмосферы и океана. В 1925 — 1927 гг. участвовал в знаменитой экспедиции на научном судне «Метеор», целью которой было изучение циркуляции и физико-химических свойств вод Южной Атлантики. Опираясь на экспедиционные наблюдения, дал теоретическое обобщение процессов, протекающих в океанской среде.■

Нередко ученым задают вопрос: а есть ли в морской воде золото? Да, есть в ней и золото, и серебро, и многие другие не менее ценные химические элементы. Только в мизерных количествах.

Относительное содержание золота составляет всего 40 миллиардных долей процента! Но даже такое малое количество драгоценного металла из морской воды можно добыть. Разработана и технология извлечения. Однако добытый таким способом металл окажется на порядок дороже его рыночной стоимости.

А вот уран из морской воды добывают, и притом в промышленных масштабах. В 1986 г. на берегу внутреннего Японского моря был построен первый в мире завод по извлечению этого важного химического элемента из природного рассола. Для этого морская вода пропускается через специальные фильтры, потом проводится ионная обработка фильтрата, а в конце технологического процесса абсорбируется химически чистый уран. В состав сорбента входят активированный уголь, гидроокись титана, соли свинца и цинка.

Установка позволяет получить до 0,6 мг урана на 1 г веса сорбента. Завод рассчитан на производство 10 кг металла в год. Чтобы получить такое количество урана, надо профильтровать более 13 млн. т морской воды.■

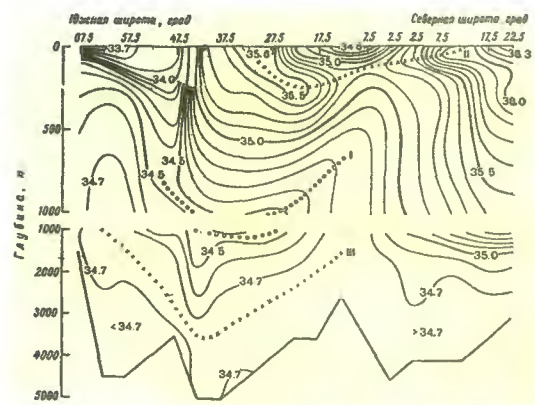
Для сравнения стоит сказать, что обычная соленость речных вод не превышает 0,15‰, т. е. в 1 кг речной воды растворено не больше 0,15 г минеральных веществ. Наименее солеными в открытом океане являются воды приполярных районов обоих полушарий. Этому способствует таяние материковых льдов (особенно в Южном полушарии) и больших объемов речного стока (в Северном полушарии). Такую же закономерность можно обнаружить и в отдельных океанах. К тропикам соленость увеличивается, причем максимальные ее значения достигаются в широтной полосе 20 — 30° к югу и северу от экватора.



Красное море — зарождающийся океан.

В окраинных и особенно во внутренних морях соленость отличается от океанской. В Красном море, которое сообщается с океаном через мелководный и достаточно узкий Баб-эль-Мандебский пролив и практически не получает пресных вод с континентов, а также находится в зоне повышенного испарения, поверхностная соленость достигает самых высоких значений — до 42‰. Балтийское море, далеко вдающееся в пределы суши, сообщающееся с океаном через несколько мелких и узких проливов, находится в зоне умеренного климата и принимает воды множества рек и речек. В результате Балтика относится к самым распресненным бассейнам Мирового океана. Поверхностная соленость в его центральной части составляет всего 6 — 8‰, а на севере моря, в мелководном Ботническом заливе, соленость и вовсе опускается до 2 — 3‰.С увеличением глубины соленость меняется. Это объясняется движением подповерхностных вод или, как принято говорить у океанологов, гидрологическим режимом конкретного бассейна. Например, в экваториальных широтах Атлантического и Тихого океанов под поверхностными водами толщиной 100 — 150 м прослеживаются слои очень соленых вод — выше 36‰, которые образуются за счет переноса глубинными противотечениями с западных окраин океанов более соленых, тропических по происхождению вод.■

Однако соленость резко изменяется только до глубин порядка 1500 м. Ниже этого горизонта колебания солености ничтожно малы. На больших глубинах разных океанов количественные значения солености сближаются. Сезонные изменения солености на поверхности открытого океана невелики. Они не превышают 1‰.



Распределение средней солености воды на меридиональном разрезе в западной части Индийского океана.

Разница глубинной и поверхностной температур морской воды может быть использована для получения электроэнергии. Принцип действия подобной электростанции таков: нагретая солнцем поверхностная вода закачивается в специальную преобразующую систему, где трубы с морской водой соприкасаются с газами, имеющими низкую точку кипения (фреон, пропан). Образующийся газ приводит в действие турбину генератора. Конденсатором служит холодная вода, закачиваемая с глубин в несколько сотен метров. Если разница поверхностной и глубинной температур воды составляет 15° и выше, то система может работать непрерывно. Опытные образцы таких электростанций испытывались в Японии и в Крыму.



Разница средних температур поверхностной воды и находящегося над нею воздуха не превышает 2 — 3°, и только в приполярных водах в течение холодного сезона она выше: 7 — 10°. Поэтому поверхностные воды океанов подчиняются глобальной климатической зональности.■



Однако в Мировом океане встречаются соленостные аномалии. Так, в Красном море на глубине около 2000 м обнаружены воды, соленость которых достигает 300‰. Такая аномально высокая соленость обычно наблюдается на небольших площадях, где горячие, сильно минерализованные источники выносят в придонные слои океана растворы мантийного происхождения. Эти объекты получили образное название «черных курильщиков».

У морской воды есть еще одно важнейшее свойство — постоянство солевого состава. Оно не зависит ни от географической точки, ни от глубины, с которой взят образец воды. Это фундаментальное свойство установлено еще в конце XIX в. на основании анализа проб кругосветной экспедиции на судне «Челленджер» (1872 – 1876). Оно имеет огромное значение для обитателей океана. Кроме того, постоянство состава морской воды свидетельствует о единстве океанской среды на нашей планете и существовании процессов перемешивания, охватывающих всю толщу вод, все районы Мирового океана.■

Кроме твердых веществ в морской воде растворены кислород, азот, углекислый газ, и это является необходимым условием для развития органической жизни в океане.

На растворимость кислорода в морской воде оказывают влияние и температура воды, и соленость, и степень перемешанности, и некоторые другие факторы. Важнейшие — температура и соленость. Чем выше температура и соленость морской воды, тем меньше растворимость кислорода в ней, и наоборот. Итак, теплые и соленые тропические воды содержат меньше растворенного кислорода и не столь благоприятны для живых обитателей океана, чем холодные и менее соленые воды умеренных широт и приполярные воды. Это хорошо известно рыбакам, которые испокон веков занимались рыбным ловом именно в водах второго типа.

В тропических районах обогащенная кислородом вода появляется в результате выхода глубинных вод в приповерхностные горизонты либо приносится из умеренных широт холодными течениями.

Углекислый газ (CO_2) находится в морской воде в виде углекислых соединений. В океан он поступает из атмосферы, выделяется при дыхании живых организмов и разложении органического вещества, а также вместе с другими вулканическими газами из глубоких горизонтов земной коры. Растворимость CO_2 в морской воде в десятки и сотни раз выше, чем у кислорода, поскольку углекислый газ легко соединяется с водой, образуя углекислоту.

В океане этот газ играет очень важную роль, являясь источником углерода, необходимого для построения органического вещества.■

Полным антагонистом углекислого газа, который необходим для органической жизни, является сероводород (H_2C). До недавних пор считали, что этот убивающий всякую жизнь газ встречается только в глубинах внутренних морей, где водообмен с открытым океаном ограничен (Черное, Балтийское и др.).

Благоприятные условия для его накопления в морской воде существуют прежде всего в глубоководных впадинах. Здесь, на дне, содержание сероводорода увеличено до 7 $см^3$/л. Однако в 70-е гг. XX в. океанологи обнаружили этот газ в открытой северо-

западной части Индийского океана, причем на средних глубинах. Следовательно, сероводород образуется не только в условиях застоя воды. Гораздо большую роль играют глубинные процессы в недрах Земли, побочный продукт которых (сероводород) по коровым разломам и трещинам попадает в океан. Кстати, сероводород и в Черном море, где он был впервые обнаружен, распространен гораздо выше двухсотметрового горизонта — глубины, которой ограничивали раньше его присутствие.

Оказывается, над зараженными сероводородом черноморскими глубинами существует слой кислорода и газа, губительного для всего живого. Это так называемый **С-слой**. В Черном море его толщина меняется от 2 до 200 м. Выяснилось также, что зараженную сероводородом водную толщу нельзя считать полностью безжизненной. В этой анаэробной (т. е. лишенной доступа кислорода воздуха) толще отмечены процессы образования биохимических соединений. На больших глубинах Черного моря гидробиологи обнаружили различные примитивные формы жизни: палочки, кокки, нитевидные водоросли.■

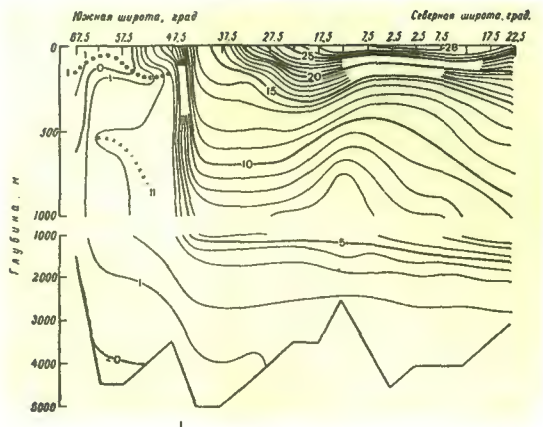


Схема распределения температуры воды на меридиональном разрезе в западной части Индийского океана.

Температурный режим в океанской среде гораздо менее изменчив, чем в континентальной. Если на суше абсолютная разница температур воздуха (в глобальном масштабе) достигает 150° С, то в океанах различие абсолютных максимумов и минимумов поверхностной температуры воды в 4 раза меньше. Если же иметь дело с региональным или тем более локальным изменением поверхностных температур, то разница обычно не превышает 10°. Так, температура поверхностных вод Тихого океана в районе острова Оаху (Гавайский архипелаг) в течение года изменяется не более чем на 4°, а в районе, непосредственно примыкающем с юга к Алеутским островам, — на 6 — 8°. Разумеется, в мелководных прибрежных районах различий больше, особенно в морях умеренных климатических зон. Например, близ северного побережья Охотского моря различие средних температур поверхностной воды в самый теплый и самый холодный месяцы достигает 10 — 13°.

До сих пор речь шла о среднемесячных температурах. Кратковременные же колебания температуры на поверхности моря вблизи побережий могут достигать несколько больших значений. Объясняются эти колебания чаще всего тем, что прогретые поверхностные воды отгоняются от берега устойчивыми ветрами, дующими с суши. Место прогретой водной массы занимает более холодная глубинная вода.

Воды Южного полушария значительно холоднее вод Северного. Такое различие объясняется согревающим воздействием материков, площадь которых в южной полусфере планеты существенно меньше. Естественно,

Один из первых дночерпателей.



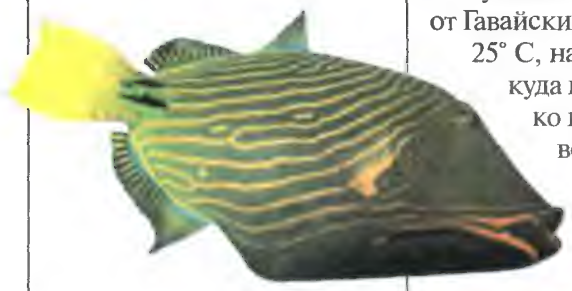




Колонии рифообразующих кораллов могут существовать только в теплых тропических водах и притом на глубинах, достаточно хорошо освещаемых солнечным светом.



Каких только рыб нет в коралловых зарослях.



В сильно загрязненной воде рыбы, наглотавшись ядовитых смесей, теряют ориентацию. Этим можно объяснить выбрасывание на берег стаи небольших акул. Такое явление наблюдали в августе 1982 г. у западного побережья США, в районе Сан-Франциско. Люди, заметившие странное поведение рыб, попытались помочь им, сталкивая их в воду, но те вновь возвращались почти к самому урезу воды и погибали. Возможно, подобное отравление вызывает и массовые выбросы китов на сушу.■

Многие океанические острова являются вершинами поднимающихся со дна океана одиночных гор.

что самые высокие температуры поверхностных вод наблюдаются в приэкваториальных широтах. По мере приближения к полюсам они постепенно снижаются, а в приполярных районах опускаются до −1,5 −1,9°. Заметим, что в океане вода может находиться в жидком состоянии и при отрицательных температурах. Объясняется это тем, что морская вода представляет собой достаточно насыщенный раствор солей, что примерно на 1,5° снижает температуру замерзания жидкости.■

В Мировом океане выделяют те же климатические зоны, что и на суше. В некоторых океанах отсутствуют те или иные климатические зоны. Например, в Тихом океане нет арктической зоны.

В океанах можно выделить поверхностную толщу вод, прогретую солнечным теплом, и холодную глубинную. В глубину океана тепловая энергия Солнца проникает благодаря перемешиванию водных масс. Наиболее активно перемешивает морскую воду ветер, особенно в летний сезон. Максимальная глубина ветрового перемешивания обычно 30 — 40 м. Только в наиболее беспокойных океанических районах она существенно выше. Например, на юге Тихого океана, в штормовой полосе между 50-й и 60-й параллелями, ветровое перемешивание доходит до глубин 50 — 65 м, сильнее же всего оно к югу от Гавайских островов (свыше 100 м). Тепловое перемешивание особенно интенсивно происходит там, где действуют мощные океанические течения. Так, к югу от Австралии захвачен тепловым перемешиванием слой мощностью 400 — 600 м. Уже на горизонте 100 м сезонные колебания температуры морской воды несущественны, а на больших глубинах Мирового океана температура постоянна в течение всего года.

С глубиной температура океанических вод снижается. Например, к северу от Гавайских островов поверхностная температура океана составляет около 25° С, на глубине 400 м — всего 10° С. Таким образом, глубины океана, куда не проникает солнечный свет, можно назвать царством не только вечной ночи, но и вечного холода. На глубине 2 км температура воды опускается до 2° и ниже. Такой же ледяной холод царит и на чудовищных глубинах океанических впадин. Итак, чем больше глубина океана, тем холоднее там вода.■



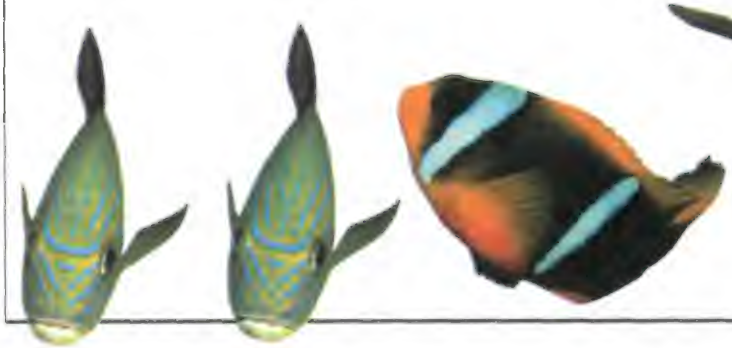
В результате того, что морская вода насыщена солями, плотность ее несколько выше, чем у пресной воды. В открытом океане эта плотность чаще всего равна 1,02 — 1,03 г/см^3. Плотность зависит от температуры и солености воды. Она растет от экватора к полюсам. Ее распределение как бы следует географическому распределению температуры воды, но с обратным знаком.

Эта закономерность наблюдается до 50 — 60-й параллели, после чего в высоких северных широтах плотность благодаря уменьшению солености несколько снижается. Некоторое уменьшение поверхностной плотности отмечается в летние месяцы.

С глубиной плотность также растет, причем уже на горизонте 500 м она не зависит от сезона. Нормальный рост плотности с глубиной называется **прямой стратификацией океанических вод**. Такое распределение плотности по вертикали обеспечивает равновесие вод. Выделяется три случая равновесия: устойчивое, неустойчивое и безразличное. В океанской толще в целом преобладает **устойчивое равновесие**. **Обратная плотностная стратификация** наблюдается в океанах только как кратковременное явление. Всякое нарушение прямой стратификации вызывает конвекцию и перемешивание водных слоев.

Перемешивание, или **вертикальный водообмен**, всегда связано с турбулентностью. Есть два вида турбулентного перемешивания: фрикционное и конвективное. **Фрикционное перемешивание** вызывается силой трения; оно возникает в движущемся потоке воды вследствие различий скорости в отдельных объемах движущейся жидкости. Именно такая сила действует при ветровом и приливном перемешивании океанических вод. **Конвективное (плотностное) перемешивание** наблюдается в условиях обратной плотностной стратификации, т. е. когда плотность вышележащего слоя морской воды в силу каких-то причин оказывается выше плотности подстилающего слоя. Тогда в океанах и морях возникает **вертикальная циркуляция вод**, достигающая наибольшей интенсивности в зимних условиях.■







Многие обитатели океанской стихии реагируют даже на незначительные колебания химического состава морской воды. Установлено, например, что поврежденный при нападении хищника кожный покров стайных рыб выделяет особое соединение, называемое гидробиологами «веществом испуга».



Это вещество предупреждает соседей об опасности. Донные и придонные организмы, когда трутся о разнообразные подводные объекты или закапываются в грунт, испускают пахучие вещества, которые стойко держатся в воде, отпугивая врагов. Многие семейства акул, например кошачьи, куньи, тигровые, молотоголовые, особенно хорошо различают выделяемые организмами химические соединения (кровь, «вещество испуга»). Акулы способны уловить минимальные количества этих веществ в воде за много километров от потенциальной жертвы. За исключительно развитое обоняние этих акул называют иногда плавающими носами.■

«Около полудня яркий отблеск на южной части неба возвестил, что мы уже недалеко от цели. В половине третьего показался великий ледяной барьер. Он медленно поднимался из-за моря и наконец, когда мы подошли близко, предстал перед нами во всем своем величии. Трудно передать на бумаге, какое впечатление производит эта могучая ледяная стена на человека, впервые оказавшегося с ней лицом к лицу. Сразу понимаешь, почему этот 30-метровый барьер не один десяток лет считался неодолимой преградой для продвижения на юг. Мы изменили курс и сутки шли вдоль барьера прямо на восток, получив возможность вдоволь налюбоваться этим исполинским сооружением природы. Не без волнения ждали мы встречи с долгожданной гаванью. Мы проходили мыс за мысом, но, сколько ни смотрели, видели только всю ту же отвесную стену».

Р. Амундсен. Южный полюс.■

Существуют проекты буксировки айсбергов в прибрежные регионы, испытывающие недостаток в пресной воде. Инженерные расчеты показали, что на пути, например, из Антарктики в Саудовскую Аравию айсберг средних размеров (длиной в 1 км, шириной 600 м и общей высотой 300 м) потеряет не более пятой части своего объема.■

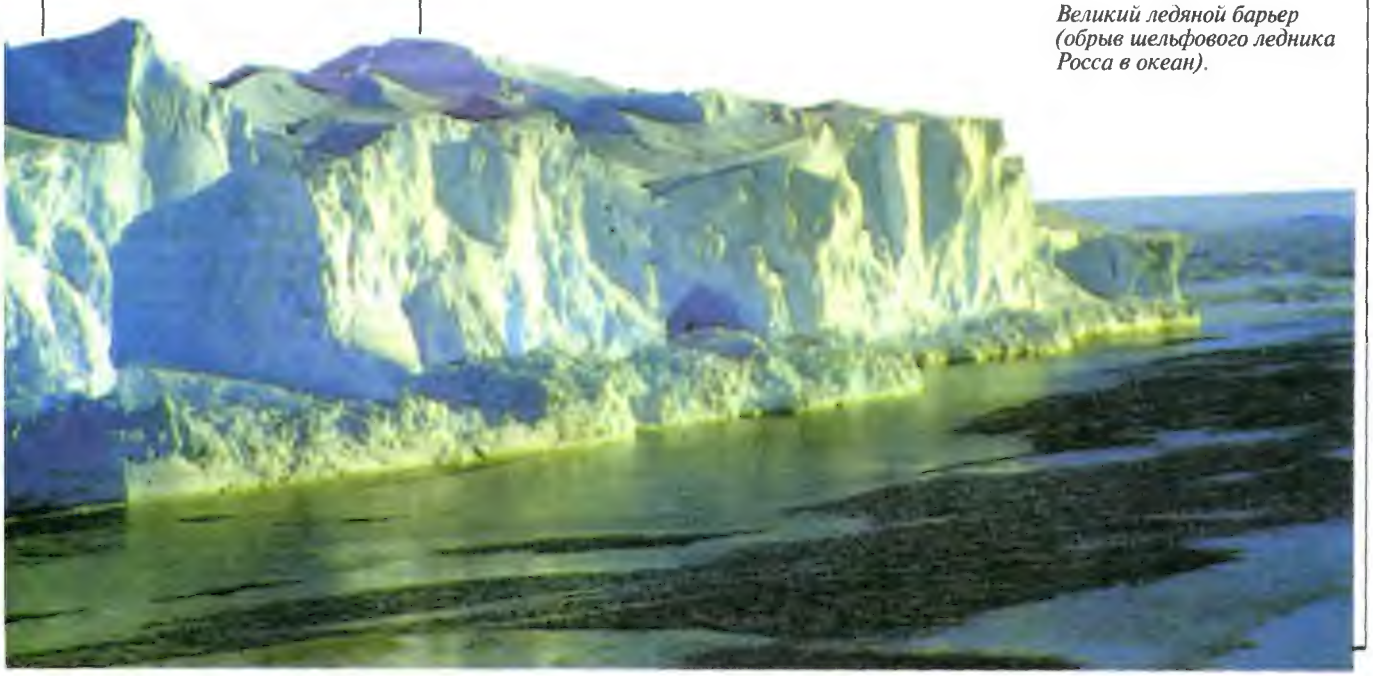
Морские льды

В океанах лед образуется в высоких и умеренных широтах. В приполярных водах из-за малого количества солнечного тепла льды сохраняются по нескольку лет. Эти многолетние льды (пак) постепенно выносятся течениями в умеренные широты, где относительно быстро тают. Наибольшей толщины паковые льды достигают в центральных частях Северного Ледовитого океана — до 5 м. Таяние морских льдов начинается тогда, когда их температура превысит −23° С.

Главная особенность морского льда — его соленость, под которой понимают соленость воды, образующейся при его таянии. В среднем **соленость льда** составляет около 10% солености океанской воды. С течением времени и эта величина снижается, так что многолетний лед бывает почти пресным. Так как **плотность морского льда** меньше плотности морской воды (она колеблется от 0,85 до 0,94 г/см^3), то плавучие льды возвышаются над поверхностью воды на 1/7 — 1/10 часть своей толщины. **Прочность морских льдов** заметно ниже, чем пресноводных; она возрастает с понижением температуры и солености льда.



Пресная вода замерзает при температуре лишь ненамного ниже нуля. А морская? Это зависит от солености. При солености 10‰ (поверхностные воды Азовского моря) точка замерзания равна −0,53°, при солености 20‰ (Черное море) — равна −1,07°, тогда как нормальная океанская вода (35‰) замерзает при температуре −1,91°.

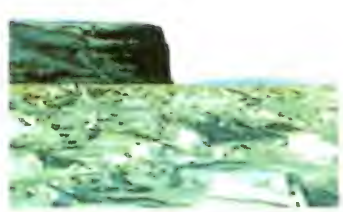


Великий ледяной барьер (обрыв шельфового ледника Росса в океан).



Айсберг с гротом.

Фритьоф Нансен (1861 — 1930) — выдающийся норвежский полярный исследователь и общественный деятель. Впервые громко заявил о себе в 1888 г., когда с группой друзей пересек на лыжах Гренландию, а потом провел зимовку в эскимосском стойбище.
Летом 1893 г. отправился на специально построенной шхуне «Фрам» в Северный Ледовитый океан, чтобы совершить вместе с ледяными полями дрейф через Северный полюс.
Когда Нансен убедился, что корабль проносит мимо самой северной точки нашей планеты, он попытался достичь полюса пешком, однако этот переход успехом не увенчался, и путешественник, перезимовав на Земле Франца-Иосифа, в 1896 г. вернулся в Норвегию. «Фрам» закончил свой дрейф следующим летом.
После 1900 г. Нансен занялся гидрологическим исследованием морей Северного Ледовитого океана, и прежде всего Норвежского. После Первой мировой войны исследователь возложил на себя благородную задачу: облегчить судьбы сотен тысяч людей, которых политические катаклизмы лишили родины. Десятки тысяч изгнанников смогли восстановить свои гражданские права благодаря «нансеновскому паспорту», которым снабжал их Международный комитет помощи беженцам.■



Однако первоначального охлаждения недостаточно. Оказывается, чем жидкость чище и чем спокойнее ее состояние, тем охлаждение больше. В лабораторных условиях чистую воду можно охладить до −33°, и никакого льда образовываться не будет. Но стоит ввести в переохлажденную жидкость небольшой кусочек льда, как немедленно начинается бурное льдообразование. Одна лишь крупица льда, брошенная в бак с водой, переохлажденной всего до −0,1°, в какие-то полминуты образует 2 — 3 кг льда.■

По стадии развития льды делятся на **начальные** (ледяные иглы, сало, внутриводный лед), **молодые** (блинчатый, склянка, нилас, серый, белый) и **многолетние** (пак); по положению — на **припай** (неподвижный, примерзший к берегу лед) и **дрейфующие льды**; по происхождению — на речные, глетчерные, морские и т. д. По возрасту различают **весенний** лед (образовавшийся перед текущим летом), **годовалый**, или однолетний, лед (перезимовавший) и **многолетний лед** (существующий не менее двух зим). Наименьшая прочность и наибольшая соленость у весеннего льда, самая большая прочность — у многолетнего.
В океане дрейфующие льды встречаются в виде ледяных полей и их обломков. Наибольшего распространения ледовый покров в океанах достигает в конце зимы: к апрелю в Арктике, где он занимает площадь около 11 млн. км², и к сентябрю в Антарктике — около 20 млн. км².
Кроме морских льдов в океане встречаются огромные плавающие массы материковых льдов — **айсберги**, или ледяные горы. Эти массы льда отрываются от береговых ледников Антарктиды, Гренландии, Шпицбергена и других полярных островов. Иногда материковые льды могут занимать и значительные участки прибрежной акватории, например шельфовый ледник Росса в Антарктиде, площадь которого превышает 500 тыс. км², а толщина льда достигает 700 м. Этот гигантский ледник полностью вытеснил воду с океанского шельфа. Со стороны континента он питается долинными ледниками Бирдмор, Бэрда и другими, а в океан, точнее — в окраинное море Росса, обрывается почти 900-километровым ледяным барьером высотой до 50 м.
Айсбергов, отрывающихся от островных ледников, очень много. Например, гренландский ледник Якобсхавн ежегодно поставляет в океан около 1350 айсбергов, что составляет 10% всех гренландских айсбергов. Айсберги могут достигать исполинских размеров. Самый большой возвышался над уровнем океана на 149 м (а ведь это только седьмая часть гиганта!). Вес подобных гигантов исчисляется миллионами тонн.
По форме айсберги могут быть **столообразными** и **пирамидальными**. Первый тип характерен для антарктических «ледяных гор», которые образуются при раскалывании сравнительно ровных ледяных языков или отделения от основной массы однородного шельфового льда. Пирамидальные айсберги рождены быстродвижущимися ледниками. Айсберги принимают самые причудливые формы из-за неравномерного таяния надводной и подводной частей. Если подводная часть подтаивает быстрее надводной, то может произойти опрокидывание «ледяной горы». Высота айсбергов прогрессивно уменьшается по мере их продвижения в более низкие широты.■

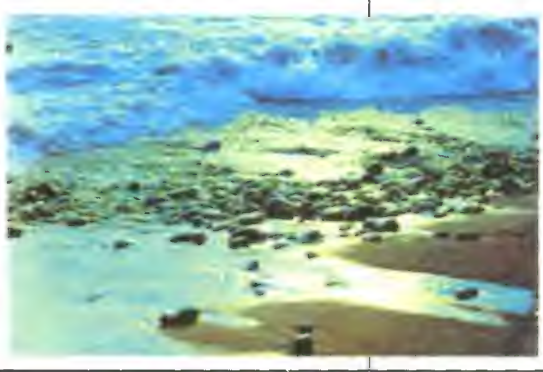


Осколок столообразного айсберга.

«Справа шла огромная гора воды. С высоты не менее пятнадцати футов над бортом и двадцати над палубой море ринулось на правый борт по направлению к средней рубке. С крыши рубки точно слизало обломки шлюпки. Волна, ударившись о стену рубки, взметнулась вверх до нижнего рея. И вся эта масса воды вместе с обломками накрыла мистера Пайка и его людей. Они исчезли, мостик тоже исчез. «Эльсинора» качнулась влево, и всю палубу залило водой от борта до борта. Затем она зарылась носом, и вся эта масса воды хлынула к носу. Из бурлящей пены показывалась то чья-нибудь рука, то голова, то спина, а острые края сорванных досок и перекрученных стальных прутьев свидетельствовали о том, что в этом круговороте носятся обломки».
Джек Лондон. Мятеж на «Эльсиноре».■

«Высокие волны с седыми гребешками мерно и величаво переливаются с глухим рокотом, который уже не оставит наших моряков во все время плавания по океанам. То грозный и бешеный, напоминающий разъяренного зверя, то тихий и ласкающий, словно бы нежный пестун, любовно укачивающий на своей исполинской груди доверившееся ему утлое суденышко, этот ропот будет навевать и грустные и хорошие думы, будет наводить и трепет и возбуждать восторг, но всегда раздаваться в ушах несмолкаемой музыкой».
К. М. Станюкович. Вокруг света на «Коршуне».■

Гигантская волна цунами, вызванная взрывом вулкана Санторин в Эгейском море около 1450 г. до н. э., уничтожила крито-микенскую цивилизацию.■



«Волны по морю гуляют»

Трудно себе представить океан абсолютно спокойным. Даже при полном безветрии водная поверхность не остается неподвижной.



Идеальную гладкость штилевой поверхности океана нарушают либо зыбь, отголосок далеких штормов, бушующих иногда за десятки и сотни километров от спокойного моря, либо внутренние волны. **Зыбь** образуется, когда стихает ветер, вызвавший волнение. Затем постепенно появляются волны с несколько большей длиной гребней. Если ветровые волны ученые называют вынужденными, т. е. обязанными своим возникновением действию внешнего фактора, то волны зыби считаются свободными, поскольку вызвавшая их причина уже перестала действовать. В целом зыбь характерна для успокаивающегося океана, тем не менее она нередко обладает колоссальным запасом энергии. Волны зыби могут проходить очень большие расстояния: у побережья Калифорнии были зарегистрированы валы, зародившиеся в 7 тыс. км от него. Продвигаясь от места возникновения, волны зыби постепенно теряют высоту, но длина волны сохраняется неизменной. Штили в открытом океане не так часты. Например, в Тихом океане, к северу от тропика Рака, зимой штилевым бывает в лучшем случае только один день в месяц. Причины волновых возмущений в океане различны. Ветровые волны на поверхности вызывает ветер. Это ясно из самого названия. Широкие просторы океана позволяют ему разгуляться и достигать разрушительной силы. Самые сильные ветры дуют между 40-й и 50-й параллелями обоих полушарий. Недаром у моряков этот пояс получил тревожащее душу название «ревущие сороковые». На севере Тихого океана максимальные скорости ветров были измерены в январе – восточнее Курильских островов (48 м/с) и в районе Командорских островов (47 м/с), в декабре – к востоку от Хонсю (47 м/с). В южной части океана максимальные скорости ветров были зафиксированы в мае в районе к северо-востоку от Новой Зеландии (49 м/с) и в октябре близ Южного полярного круга, между островами Баллени и Скотта (46 м/с).■

В Тихом океане есть несколько районов, где особенно часто бывает сильное волнение. Наиболее штормовой район расположен у североамериканского побережья, к югу от залива Аляска. Зимой средняя высота волн — 2,0 — 2,5 м, при сильных и длительных ветрах она возрастает в отдельных случаях до 20 м. Максимальная высота штормовой волны в Тихом океане — 25 м. Имеются сообщения о еще более могучих волнах (до 34 м), но их высоты оценивались на глазок, а потому могут оказаться преувеличенными. По расчетным данным, в океане есть два района, где могут наблю-

даться максимально высокие волны. Оба они расположены у американского берега: на севере — в районе, примыкающем к побережью между городами Ситка и Сан-Франциско, на юге — к южной оконечности Чили и Огненной Земле. В других океанах максимальные высоты ветровых волн уступают тихоокеанским: в северной Атлантике — около 25 м.■

В разговорной да и в литературной речи нередко можно услышать, что «волны набегают на берег», «волны бегут за кормой корабля». Но, если быть точным, частицы воды в волне никуда не «бегут». Они совершают весьма ограниченные перемещения по замкнутым траекториям. Передвигается в пространстве только форма волны, ее профиль. Самая верхняя точка траектории частиц называется **гребнем волны**, самая нижняя точка — ее **подошвой**. Расстояние по вертикали между гребнем и подошвой называется **высотой волны**, расстояние по горизонтали между двумя смежными гребнями или подошвами — ее **длиной**. Понятие **«скорость волны»** относится к скорости видимого перемещения формы волны. Под **периодом** понимают величину, обратную скорости, т. е. количество одинаковых элементов частиц (обычно — гребней) за единицу времени. Но даже небольшой ветер нарушает эту идеальную картину. Ветер срывает частицы воды с гребней волн (при этом образуя барашки), а сильный ветер опрокидывает гребни. Так что некоторое перемешение воды по горизонтали при волновом движении все же происходит. При подходе волн к берегу они разбиваются и обрушиваются.■

Проникновение ветрового возмущения в толщу воды весьма ограниченно. Уже на глубине, равной 1/9 длины волны, ее высота уменьшается вдвое, а на глубине в 3/2 длины высота ветровой волны составляет всего лишь 1/12000 от ее амплитуды на поверхности моря.



Сила волнения, так же как и сила ветра, определяется в баллах. Высоту волны можно определять как на глаз, так и с помощью инструментов. Силой волнения определяется и состояние поверхности моря (его при морских наблюдениях также выражают в баллах). Волнение бывает не только на поверхности океана. В морской глубине есть **внутренние волны**. Они образуются на границе раздела между двумя слоями разной плотности. Скорость перемещения их формы уступает соответствующему показателю у поверхностных волн. Однако и внутренние волны могут обладать большой амплитудой. Их можно заметить, например, по ритмичным изменениям температуры на глубинных горизонтах.

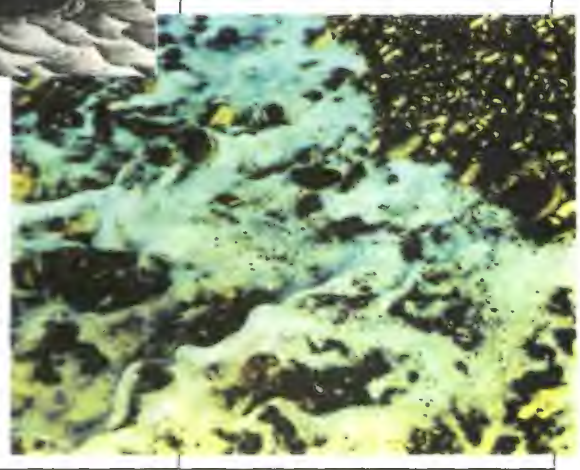
Особый случай представляют собой волны, возникающие под воздействием атмосферного давления, — **сейши** и **микросейши**. Изучение волн, вызванных подвижками земной коры (**цунами**), и приливных волн служит практическим целям.■



Самые высокие волны образуются при обрушении вала цунами на берег.

В наши дни создана глобальная, хорошо отлаженная сеть службы оповещения и предупреждения цунами. Однако у жителей побережий есть и свои, вековые приметы приближения опасности. В Японии, например, появление вблизи берегов глубоководных рыб служит точным сигналом близкого землетрясения. У японцев есть даже поговорка, которую можно перевести примерно так: «Увидел у берега на мелководье косяки сардин — жди беды». Многие виды рыб улавливают нарастающее в воде перед подземным толчком напряжение и стремятся покинуть глубины. Перед особо сильными землетрясениями наблюдается выбрасывание рыб на берег.■

Разрушение волн у скалистого берега.



Приливы

Приливы — это ритмичные суточные или полусуточные колебания уровня океана (в этом определении учитывается не только рост уровня океана, но и его убывание — отлив). Прилив вызывается главным образом притяжением Луны, в меньшей степени — Солнца. Неверно думать, что небесные светила воздействуют только на жидкую оболочку нашей планеты. В твердом теле Земли приливы тоже существуют. Но они неизмеримо слабее тех, что образуются в водной среде.

Физическая суть прилива состоит в изгибании, обращенной непосредственно к Луне поверхности океана. Поскольку Земля вращается вокруг собственной оси, подобный изгиб перемещается по поверхности океана. Регистрируется прилив как изменение уровня океана. Крайнее положение уровня в конце фазы роста (прилива) называется **полной водой**, в конце фазы отлива — **малой водой**. Разность уровней при полной и малой воде называется **высотой прилива**.

В течение суток бывает либо по одной полной и малой воде — и тогда прилив называется суточным, либо успевают совершиться два приливных цикла. И тогда мы имеем дело с полусуточным приливом.

Точный период полусуточной приливной волны составляет 12 часов 25 минут. Правильный полусуточный прилив является самым распространенным в Мировом океане.■

Сила притяжения небесных тел достигает максимума в тот момент, когда они находятся на одной прямой по отношению к земному наблюдателю. Это происходит в новолуние или полнолуние. Подобное положение светил называется сизигием, а сам наступающий в эти дни прилив **сизигийным**. Наибольшие величины приливов отмечаются именно во время сизигия.

Мощный сизигийный прилив представляет собой величественное зрелище.

Стоит отложить все дела и заботы, чтобы хоть раз в жизни полюбоваться этим чудом природы. Так, на север Франции в конце XX в. съехалось огромное количество людей чуть не с половины континента посмотреть на «прилив века». Необыкновенно высокий прилив продвинулся по отлогому побережью в глубь суши на целых 15 км.

Время наступления полных и малых вод ежедневно меняется, так что в каждый последующий день полная вода наступает примерно на 50 минут позже, чем в предыдущий. Это суточное неравенство связано с изменением наклона земной оси к



Причудливые формы береговых скал возникают под могучим воздействием прибоя. Ученые называют подобные образования волноприбойными нишами.

Чарлз Дарвин (1809 — 1882) — великий английский ученый, основатель эволюционного учения, теории развития видов в ходе борьбы за существование. Внес значительный вклад и в морские науки, главным образом в биологию моря: исследовал животный мир Галапагосских островов, положил начало теории образования коралловых рифов.■





Две фотографии, снятые с одной точки в моменты малой и полной воды, дают представление о приливных колебаниях уровня.

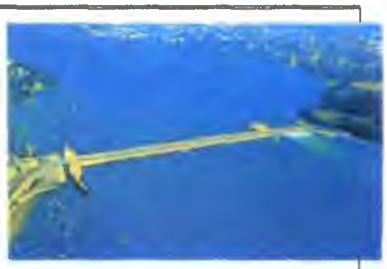
эклиптике и, соответственно, изменениями склонений Солнца и Луны. Существуют и долгопериодные неравенства.■

Приливные колебания уровня в открытом океане не превышают 1 м. Еще меньше величины приливов в замкнутых и полузамкнутых внутренних морях. Такие бассейны обычно называют **бесприливными**, хотя на самом деле приливы в них существуют, но величины их не превышают 10 — 20 см, т. е. практически незаметны для наблюдателя. К бесприливным морям, например, относят Средиземное, Черное, Азовское, Балтийское.

При подходе к берегу происходит изменение элементов приливной волны. По мере уменьшения глубины и сокращения длины фронта волны при входе в узкий залив или бухту величина прилива возрастает, поскольку энергия большой массы воды передается значительно меньшей массе жидкости. Теперь ясно, почему в узких заливах и устьях рек наблюдаются большие по величине приливы. Правда, здесь путь по мелководью должен быть коротким, иначе значительную часть энергии приливной волны погасит трение о дно. Приливное трение имеет важные последствия: как бы мало оно ни было, этот процесс способствует замедлению суточного вращения Земли (на 1 мин за 6 млн. лет).■

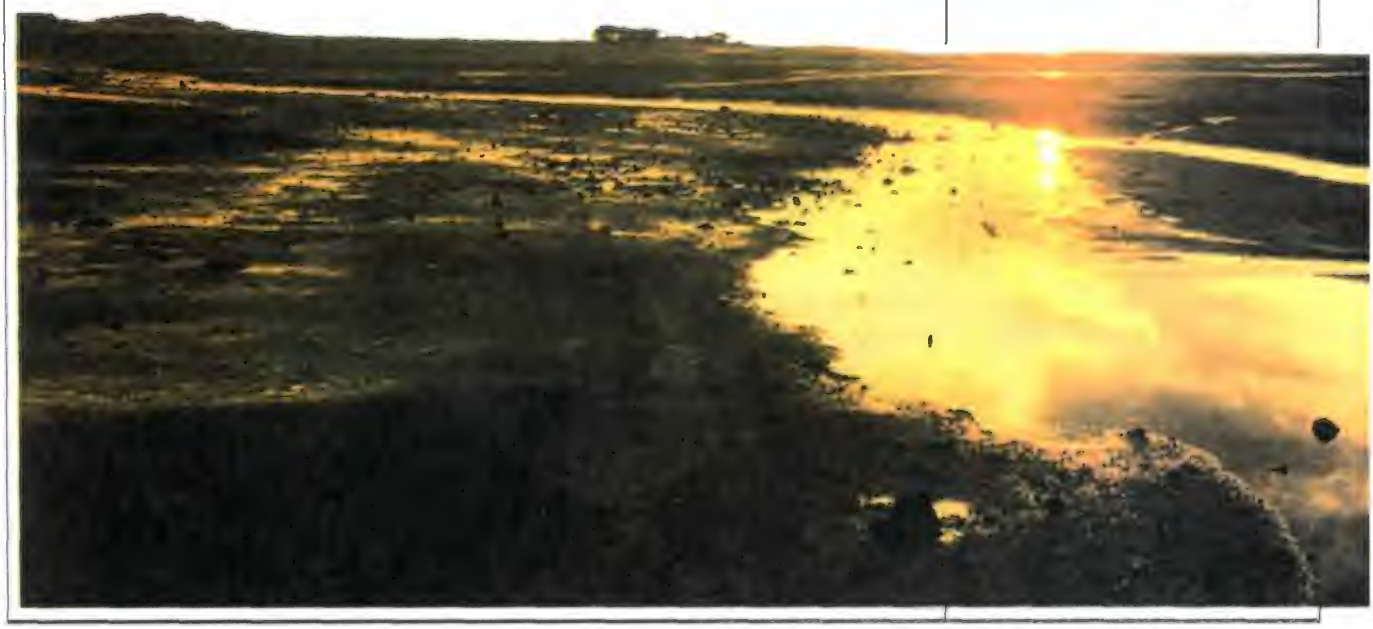
Энергия приливных волн может оказать существенную помощь мировой энергетике. Подсчитано, что ее использование в глобальном масштабе даст промышленности, а также другим службам свыше 1 млрд. кВт, что в 1,25 раза превосходит энергетический потенциал всех рек земного шара. Существует немало проектов строительства новых ПЭС, в том числе и в России (Лумбовская на Кольском полуострове, Мезенская).

Основной недостаток всех имеющихся проектов состоит в том, что районы, в которых можно строить такого рода объекты, пока не относятся к промышленно развитым, а следовательно, недостатка электроэнергии в них еще нет.■



Так выглядит приливная электростанция. Принцип ее действия несколько отличается от обычной ГЭС: отпадает необходимость сооружения высокой плотины, а турбины могут работать во время как прилива, так и отлива.

Впервые энергию приливных волн стали использовать в X в., когда в Англии начали строить мельницы, работавшие на приливной волне. Первая промышленная приливная электростанция (ПЭС) построена в 1967 г. во Франции, в устье реки Ранс, близ города Сен-Мало. Средняя высота сизигийных приливов в месте ее расположения — 10,7 м. Мощность этой станции составляет 240 МВт, а выработка электроэнергии достигает 544 млн. кВт · ч в год. Энергия, вырабатываемая этой станцией, довольно дорогая (значительно выше стоимости энергии атомных станций), но ПЭС вносит заметный вклад в снятие пиковых нагрузок. В нашей стране с 1970 г. работает Кислогубская ПЭС в Кольском заливе.■



Все течет

Океан ни на секунду не остается в покое. Движение изначально присуще океанской стихии. Однако не всякие подвижки океанских вод могут быть названы течениями. Под морскими течениями понимают поступательные движения водных масс в океанах и морях.

Течения возникают благодаря двум физическим силам — трению и тяжести. Возбуждаемые этими силами **течения** называются **фрикционными** и **гравитационными**. Основные причины морских течений — ветер, разность плотностей воды, разность уровней, создаваемых притоком речных вод или воздействием атмосферного давления. В Мировом океане редко наблюдаются течения, вызванные каким-либо одним фактором. Например, такой могучий поток атлантических вод, как Гольфстрим, образуется слиянием плотностного, ветрового и стокового течений.■

По степени устойчивости выделяют течения **устойчивые** (например, Северное и Южное Пассатные течения), **временные** (вызываемые муссонами поверхностные течения северной части Индийского океана) и периодические (приливно-отливные). По положению в толще океанических вод течения делятся на поверхностные, подповерхностные, промежуточные, глубинные и придонные. Причем термин «поверхностное течение» может относиться к достаточно мощному по вертикали слою. Например, межпассатные противотечения в экваториальных широтах океанов прослеживаются до 300 м, а толщина Сомалийского течения в северо-западной части Индийского океана достигает тысячи метров. Интересно, что направление глубинных течений чаще всего противоположно направлению движущихся над ними поверхностных потоков.■

Течения делятся также на теплые и холодные. **Теплыми** называются течения, перемещающие водные массы из низких географических широт в более высокие, **холодными** — в противоположном направлении. Деление на теплые и холодные течения относительно: оно лишь характеризует поверхностную температуру движущихся вод в сравнении с окружающими водными просторами. Например, в теплом Нордкапском течении (Баренцево море) температура поверхностных слоев составляет 2 — 5°С в зимние месяцы и 5 — 8° — в летние, в теплом Аляскинском течении (Тихий океан) — соответственно 2 — 7 и 10 — 15°, а в холодном Перуанском (Тихий океан) – от 15 до 20, в холодном Канарском — от 12 до 26, в холодном Бенгельском (оба — Атлантика) — от 15 до 26°. Особое место занимает течение Западных Ветров (или Антарктическое циркумполярное). Оно отделяет теплые воды Атлантиче-

Макаров С. О. (1848/9 — 1904) — русский флотоводец, вице-адмирал, один из зачинателей отечественной науки о море. Исследовал течения в проливе Босфор, в 1886 — 1889 гг. совершил кругосветное плавание на корвете «Витязь», в ходе которого проводились комплексные океанографические исследования, особенно в Тихом океане. Во время плавания в Арктике на ледоколе «Ермак» в 1889 — 1901 гг. собрал огромный научный материал. Погиб во время русско-японской войны.■

Волнение в океане.



Одинаково ли направление западного ветра и западного течения в океане? Верно ответить можно только в том случае, если знаешь правила определения этих направлений. Моряки говорят, что «ветры дуют в компас», а течения «идут из компаса». На обычный язык это переводится следующим образом. Ветер дует с того края горизонта («с того румба», говорят специалисты), который указан в его названии. Следовательно, западный ветер идет с запада. Течение же, наоборот, следует в том направлении, которое упомянуто в его названии. Следовательно, западное течение следует с востока на запад.■

ского, Тихого и Индийского океанов от холодных антарктических вод. Поэтому температура поверхностного слоя меняется от 12 — 15° в северной части этой динамической системы до 1 — 2° на юге. По отношению к водам трех названных океанов это течение надо рассматривать как холодное, а по отношению к приантарктическим акваториям — как теплое.■

Отдельные течения в океанах объединяются в системы, включенные в общебассейновый круговорот. Самое известное морское течение — Гольфстрим. Название это переводится на русский язык как Течение из Залива. Оно сохранилось с тех далеких времен, когда считалось, что течение возникает как поток вод, устремляющихся из Мексиканского залива через Флоридский пролив в Атлантику. Теперь известно, что лишь малая доля вод Гольфстрима выносится из залива. Течение, выходящее оттуда, сейчас предпочитают называть Флоридским. Океанический поток, достигающий широты мыса Хаттерас на атлантическом побережье США, принимает в себя мощный приток из Саргассова моря. Тут-то и начинается собственно Гольфстрим, могучая «река в океане», уходящая на глубину 700 — 800 м и достигающая ширины 110 — 120 км.

Отмечена еще одна особенность Гольфстрима: по выходе в океан оно отклоняется не вправо, как положено в Северном полушарии под влиянием вращения Земли, а влево! Это результат повышенного уровня океана в его субтропической части. Средняя температура поверхностных слоев течения 25 — 26° (на глубинах около 400 м — всего 10 — 12°). Однако в Гольфстриме на расстоянии длины корпуса судна бывают большие разности температур, достигающие 10°, а изменение цвета и прозрачности морской воды происходит буквально на глазах.■

В поверхностном слое течения обычно обнаруживается ядро вод повышенной температуры, наиболее сильно выраженное у самой поверхности океана, и ядро вод высокой солености с центром на глубинах 100 — 200 м. Эта особенность прослеживается вплоть до Большой Ньюфаундлендской банки. Таким образом, представление о Гольфстриме как об очень теплом течении, проходящем через более холодные воды, справедливо только для поверхностного слоя, но и в нем самые теплые воды всего на несколько градусов превышают поверхностную температуру вод Саргассова моря.

Поверхностные скорости собственно Гольфстрима могут достигать 2,0 — 2,6 м/с. Даже на глубинах порядка 2 км они все еще значительны: 10 — 20 см/с. При выходе из Флоридского пролива мощность течения составляет 25 млн. $м^3$/с (а эта величина более чем в 20 раз превышает расход всех рек планеты); после же присоединения Антильского течения (из Саргассова моря) мощность потока возрастает до 106 млн. $м^3$/с!

И вот такой могучий поток устремляется на северо-восток к Большой Ньюфаундлендской банке. Отсюда Гольфстрим, как и отделяющееся от него Течение Склона, поворачивает на юг, включаясь в северо-атлантический круговорот. А через океан, на восток, по направлению к Европе устремляется Северо-Атлантическое течение, которое иногда считается частью вторичного океанического круговорота вод.■

Восточнее Гольфстрима расположен район, получивший печальную известность как Бермудский треугольник. Обычно его ограничивают воображаемыми линиями, соединяющими Бермудские острова, южную оконечность полуострова Флорида и остров Пуэрто-Рико. Хотя эту акваторию нельзя назвать самой штормовой в Атлантике, она привлекла к себе внимание большим количеством морских и воздушных катастроф. Тщательному анализу были подвергнуты все случаи гибели самолетов и морских судов, зафиксированные после окончания Второй мировой войны, начиная с исчезновения звена бомбардировщиков «Груммен Эвенджер» 5 декабря 1945 г. Значительная часть катастроф произошла при спокойной погоде. Недостатка в самых фантастических гипотезах не было: кто-то объявлял этот район находящимся под прямым воздействием потусторонних сил, кто-то видел в гибели кораблей и летательных аппаратов вмешательство инопланетян, кому-то снилось воздействие процессов, происходящих глубоко в недрах Земли. Характерным обстоятельством гибели были свидетельства многих экипажей о потере ориентировки.

При исчезновении американских военных самолетов был записан разговор с Землей: «Мы не знаем, где запад. Все исказилось. Все выглядит так странно... Мы не уверены ни в одном направлении. Океан тоже выглядит ненормально». ■



Веретенообразная форма тела рыб как нельзя лучше подходит к условиям движения в плотной водной среде.

Геофизические исследования в районе Бермудского треугольника не обнаружили каких-либо значительных магнитных аномалий. Не выявлено и отклонений в геологическом строении океанского дна. Большинство океанологов склоняются к тому, что сюда могут время от времени внезапно врываться тропические циклоны с неопределенной траекторией движения или же налетать штормы, поднимающие гигантские волны, а также вызывающие атмосферные нарушения с мощными потоками воздуха, необычайными оптическими явлениями и т. д. Реже наблюдались сильные магнитные бури, вызывавшие потерю радиосвязи, затухание сигналов на судовых телеэкранах и др.■



Съемки из космоса показывают сложную структуру морских течений (отчетливо видны завихрения вдоль боковой границы потока).



Северо-Атлантическое течение менее мощное, расход его воды составляет от 20 до 40 млн. м³/с, скорости — от 0,9 — 1,8 км/ч на юге до 0,4 — 0,7 км/ч на северо-востоке. Но влияние течения на климат европейского материка огромно. Оно способствует поступлению на континент влажных и теплых воздушных масс, что значительно смягчает климат западных окраин материка. Колебания расхода воды Северо-Атлантического течения и его температуры (а они зависят от интенсивности Гольфстрима) значительно влияют на изменения погоды.



Гольфстрим вместе с Северо-Атлантическим, Норвежским, Нордкапским, Мурманским течениями, а также течением Ирмингера часто объединяют в единую систему, оказывающую благотворное влияние на климат Европы и температурный режим омывающих ее морей. Но было бы ошибкой приписывать подобное воздействие одному Гольфстриму, течению, прекращающему свое существование за тысячи километров от побережий Старого Света.■

В северной части Тихого океана также образуется могучий поток, направляющийся вдоль Японских островов на северо-восток. По-японски это течение называется Куросио («Темная вода»). Хотя ширина его составляет около 170 км, а глубина проникновения достигает 700 м, в целом Куросио уступает в мощности Гольфстриму. Близ 36-й параллели Куросио поворачивает в океан, переходя в Северо-Тихоокеанское течение, пересекающее океан и продолжающееся у американского побережья как теплое Аляскинское течение. Подобно системе Гольфстрима, оно оказывает большое влияние на климат, гидрологические и гидробиологические условия северной части Тихого океана, но воздействие это распространяется прежде всего на акваторию.

Отворот Куросио от побережья в значительной мере обусловлен воздействием подходящего с севера холодного Курильского течения (по-японски Оясио — «Голубая вода»). Во времена, когда положено было мыслить масштабно, родился дерзкий, но бессмысленный в своей основе проект: предлагалось с помощью исполинской плотины преградить дорогу холодным водам Курильского течения на юг, тогда, мол, ласковые воды Куросио хлынут на север и будут способствовать потеплению климата северо-восточных берегов Азии. Географическая безграмотность «эффектного» проекта выявилась сразу. Даже если бы наша страна оказалась в состоянии технически осуществить эту безумную затею, никакого смягчения климата не последовало бы. Над теплыми океанскими водами образовалась бы область пониженного атмосферного давления, и туда с холодных просторов азиатского континента устремились бы потоки арктического воздуха, принося с собой еще большие холода. Таким образом, у северо-восточного побережья Азии мы сталкиваемся с географическим парадоксом: холодные океанские течения смягчают суровость дальневосточного климата.

Значительное воздействие — не только на климат, но и на все виды человеческой деятельности — оказывает еще одно тихоокеанское течение — Эль-Ниньо (в пер. с исп. «Младенец»), теплое сезонное поверхностное течение, наблюдающееся у берегов Эквадора и Перу. Это течение названо так потому, что к побережью оно подходит в предрождественские дни, т. е. тогда, когда католическое население прибрежных районов отмечает Рождество Иисуса Христа (иначе — Святого Младенца). Проявляется оно не каждый год, но его прорыв сопровождается резким повышением температуры воды, свидетельствующим об оттеснении в океан вод Перуанского течения, богатых биогенными элементами.

Слишком теплые воды Эль-Ниньо губительно действуют на размножающихся в прибрежной полосе планктон и мальков рыб. В результате резко, порой в десятки раз, падают уловы местных рыбаков, которые считают прорыв Эль-Ниньо стихийным бедствием. Коварное течение, как показали исследования 1998 — 1999 гг., способно вызвать изменения климата в планетарном масштабе, порождая тропические ураганы, катастрофические ливни и прочие стихийные бедствия в районах, отдаленных от мест его проявления.■

С районами взаимодействия теплых и холодных течений связано явление подъема глубинных вод (**апвеллинг**). Мощные вертикальные потоки воды выносят к поверхности океана глубинные воды, богатые биогенными веществами. В открытом океане апвеллинг связан с районами расхождения течений. В таких районах уровень океана понижается, и происходит подток глубинных вод. Процесс этот развивается медленно — тысячные доли сантиметра в секунду. В открытом океане также возникают районы временных апвеллингов в результате воздействия донного рельефа. Временные апвеллинги существуют не дольше нескольких суток.

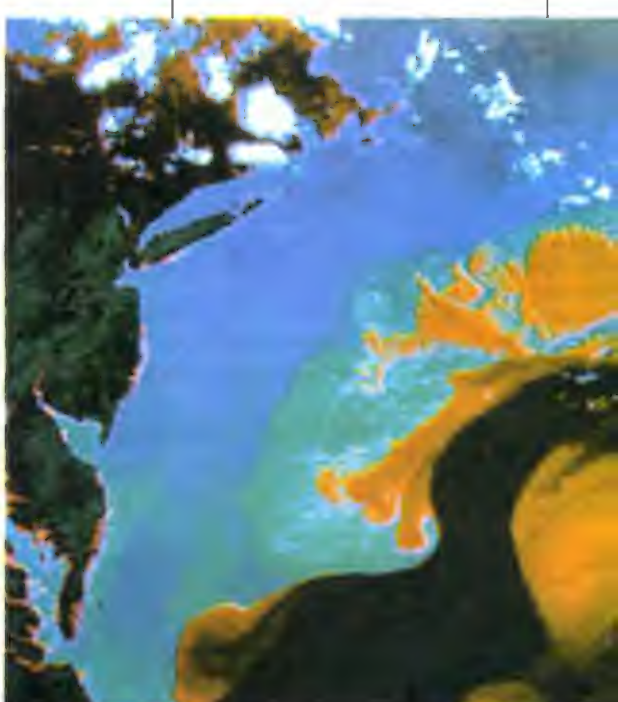
Существенно большее значение имеют прибрежные районы апвеллинга, которые образуются под воздействием как сгонных ветров, так и динамических процессов в самой морской воде (внутренние волны, вдольбереговые течения и т. д.). Наиболее интенсивный подъем глубинных вод наблюдается в 10 — 30 км от берега, причем максимальные скорости в поверхностном слое достигают 10 — 30 см/с. В Мировом океане существует несколько стационарных районов апвеллинга, имеющих важное значение как для динамики океана, так и для рыбного хозяйства: Канарский, Бенгельский, Гвинейский в Атлантическом океане, Перуанский и Калифорнийский в Тихом, Южно-Африканский в Индийском, апвеллинг моря Бофорта в Северном Ледовитом океане. Последний район апвеллинга известен в истории освоения полярных морей как «Великая Арктическая полынья».■



Движение ската напоминает неторопливый парящий полет птиц.

Виновником аномальных процессов в Бермудском треугольнике считают Гольфстрим, от которого постоянно отделяются более или менее крупные вихри, которые и становятся причиной атмосферных нарушений. Для большинства современных морских и воздушных кораблей эти вихри не представляют опасности. Во всяком случае, десятки советских и американских исследовательских судов, участвовавших в 70 — 80-е гг. в специальной программе по изучению Бермудского треугольника, остались невредимыми. Вывод ученых: воздушные и морские катастрофы не превышают обычного для навигации процента. Что же до их массовости, то в том повинна чрезвычайная интенсивность сообщений в этом районе — как в самом океане, так и над ним.■

Космическая съемка в инфракрасных лучах фиксирует распределение поверхностных температур воды в системе Гольфстрима.



Какого цвета океан?

«Синего! Какого же еще!» — сразу же поспешит ответить читатель. А подумав, добавит: «Цвета морской волны».

Для определения цвета морской воды существует специальная шкала образцов: 22 пробирки с жидкостями различного цвета, упакованные в особую коробочку. Цвета эталонных жидкостей обозначены римскими цифрами от I до XXII. Начальные значения шкалы соответствуют глубоким синим цветам, характерным для вод открытого океана, где минимально количество взвешенных частиц и особенно высока прозрачность. Чем больше частиц, сильно рассеивающих свет, тем активнее проявляются в морской воде зеленоватые тона. Ну а в районах впадения в океан крупных рек, несущих большое количество взвешенных частиц, морская вода и вовсе принимает желтый или коричневатый оттенок.

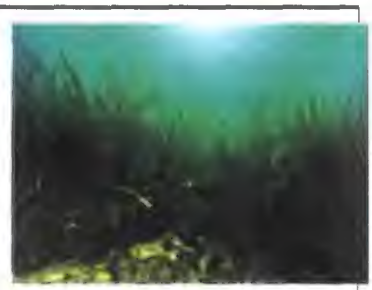
Можно также говорить о цвете поверхности моря. В этом случае глаз фиксирует преимущественно отраженный свет, и водная поверхность может принимать самые разнообразные цвета — в зависимости от окраски небес.

Как уже говорилось, цвет воды тесно связан с ее чистотой, для определения которой введен критерий прозрачности. Но для строгого определения надо знать ряд трудно определимых в экспедиционных условиях коэффициентов. Поэтому океанологи имеют дело с относительной прозрачностью, которая определяется элементарно просто: по глубине исчезновения из видимости белого диска. Максимальные значения относительной прозрачности наблюдались в Саргассовом море и центральной части Бенгальского залива — 66 м. Вообще же в центральных частях океанов этот показатель достигает 50 — 60 м, а в обширных морях — 30 — 35 м. В открытом океане наблюдается постепенное уменьшение прозрачности в направлении от экватора к полюсам.■

Распространение света в толще вод океана имеет огромное биологическое значение, поскольку от него зависит фотосинтез и возможность существования зеленых растений. В океане выделяются **4 яруса освещенности**. Первый — **световой**: он занимает верхние 100 — 150 м водной толщи и характеризуется тем, что в нем могут развиваться зеленые водоросли. Световые лучи красной части спектра активно поглощаются уже в верхнем 20-метровом слое воды. Ниже 25 м в океанах и морях господствуют синие цвета. Яркая, необычная окраска морских организмов, столь привлекающая зрителей при просмотре подводных киносюжетов, проявляется только при ос-

На восходе и закате солнца морская поверхность становится золотистой.





При шторме морская вода у берегов приобретает грязно-серый цвет.

«Море... Здесь я в первый раз понял, что значит синее море, а до сих пор я знал об этом только от поэтов. Синий цвет там, у нас, на севере — праздничный наряд моря. Там есть у него другие цвета, в Балтийском, например, желтый, в других морях зеленый, так называемый аквамариновый. Вот, наконец, я вижу и синее море, какого вы не видели никогда. Это не слегка сверху окрашенная вода, а густая яхонтовая масса, одинаково синяя на солнце и в тени. Не устанешь любоваться, глядя на роскошное сияние красок на необозримом, окружающем нас поле вод».

И. А. Гончаров. Фрегат «Паллада».■

Наряду с высокопродуктивными районами в океане встречаются настоящие «водные пустыни», продуктивность которых необыкновенно мала (менее 0,4 г углерода на 1 м^2 за год). Когда концентрация питательных соединений становится слишком низкой, это сказывается не только на интенсивности фотосинтеза и скорости деления клеток, но и на химическом составе растительных клеток. Подобные «пустыни» расположены в центральных частях океанов, внутри тропических и субтропических (10 — 40° широты) антициклональных круговоротов. Такой «пустыней» является знаменитое Саргассово «море без берегов».■

Рыбы могут воспринимать свет не только глазами, но и железами внутренней секреции (эпифиз) и, как миноги, особыми светочувствительными клетками в хвостовой части туловища. У некоторых глубоководных рыб (например, у удильщиков) светящиеся органы представляют собой вынесенные перед головой и заполненные слизью железы, в которых находятся светящиеся бактерии. Рыбы могут регулировать свечение этих органов подачей большего или меньшего количества кислорода, когда сужают или расширяют артериальные сосуды, снабжающие упомянутые железы кровью.■

Природа снабдила глубоководных рыб замечательным приспособлением для улучшения зрения. Глаза обитателей больших глубин имеют особый отражательный слой, состоящий из кристалликов особого вещества – гуанина, подстилаемых непрозрачным пигментом. Этот слой не пропускает свет к лежащим позади сетчатки тканям, а отражает его и возвращает на сетчатку. Так увеличивается возможность клеток-рецепторов воспринимать свет, попавший в глаз.■

вещении их ярким источником искусственного света. Глубины от 150 до 500 м заняты **полусветовым ярусом**. Освещенность здесь уже ничтожно мала, и для человеческого глаза на этих глубинах уже начинается царство вечной ночи, в которое погружены океанские бездны. Однако в этом ярусе еще могут существовать бурые водоросли. А живых организмов достаточно, чтобы вести активный рыболовный промысел. В **малосветовом ярусе** (500 — 1500 м) водорослей совсем нет, но избирательный промысел возможен, по крайней мере на верхних горизонтах яруса. И наконец, глубже 1500 м начинается **бессветовой ярус**.■

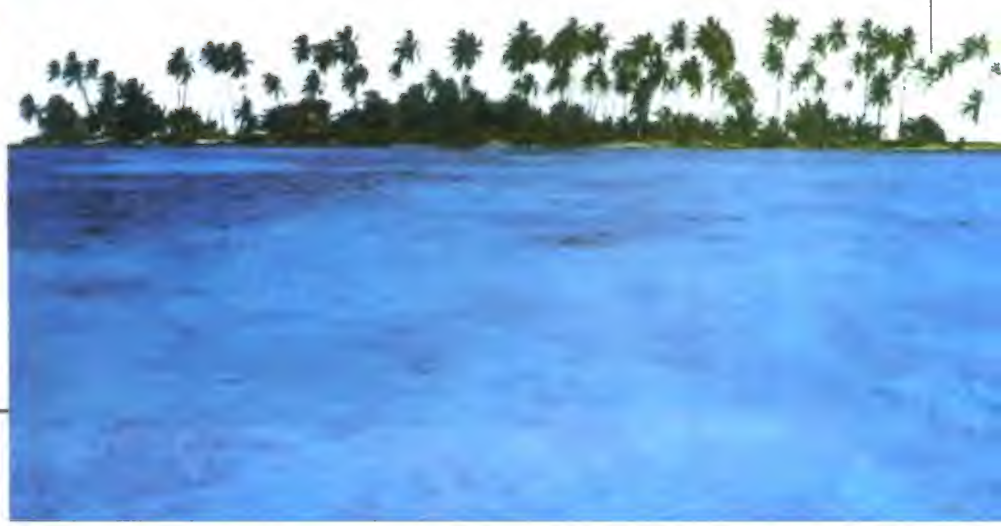
Солнечный свет не проникает в толщу вод. Однако глубины океана не полностью лишены света. Во мраке океанских пучин встречаются островки света: чаще всего ими глубоководные хищники привлекают добычу. Светящиеся органы (фотофоры) глубинных рыб состоят из клеток (фотоцитов), содержащих особое вещество — люциферин. Различны строение фотофоров, их расположение на теле и сила излучаемого ими света. Например, у светящихся анчоусов фотоциты помещаются обычно на нижней стороне тела. Они располагаются в мышечных впадинах. Черные пигментные клетки, прикрытые блестящим слоем, подстилают фотоциты. Эти пигментные клетки выполняют роль своеобразных рефлекторов. А перед фотоцитами находится прозрачная чешуйка, выполняющая роль линзы. Некоторые фотофоры снабжены диафрагмой. Это позволяет их хозяевам менять как направление, так и силу света.■

Сетчатка глаза у наземных позвоночных, как известно, состоит из двух видов клеток — колбочек и палочек. Сетчатка глаз глубоководных рыб, как показали специальные исследования, не содержит колбочек. Зато число палочек, ответственных за зрение в условиях малой освещенности, заметно возрастает — до 25 млн. штук на 1 мм^3 сетчатки, что способствует возрастанию вероятности улавливания даже слабого света.

Жизнь в бессветовом слое возможна потому, что Солнце — главный, но не единственный источник энергии для жизни. Например, для гигантских колоний водорослей, обнаруженных американскими гидробиологами в районе Галапагосских островов на глубинах свыше 2,5 км, источником энергии служат сера и кислород, выделяющиеся из термальных растворов. Подобные же колонии обнаружены на дне Мексиканского залива, в местах просачивания из-под земли природного горючего газа.■



Рыба-актер.



Неповторимо прекрасен голубовато-синий цвет поверхности тропических морей.

Береговая зона

Прибрежные морские акватории всегда привлекали мореплавателей и рыболовов. В наши дни в этих районах строятся гидротехнические сооружения, добываются полезные ископаемые, на берегах многих морей и океанов вырастают отели и гостиницы для туристов.



Береговая зона — это узкая полоса вдоль границы суши и моря, наиболее изменчивая область морей и океанов, где активно взаимодействуют все три оболочки Земли: твердая, жидкая и газообразная. Основное воздействие на береговую зону оказывают морские волны. Здесь расходуется гигантская энергия валов, зарождающихся на открытых океанских или морских просторах, что приводит к разрушению берегов и перемещению больших масс рыхлых наносов, образующих пляжи, косы и т. д. Игнорирование законов развития береговой зоны обычно приводит к негативным последствиям. В первую очередь катастрофически размываются берега, что наносит большой материальный ущерб населению всех прибрежных государств. Чтобы защитить природную среду береговой зоны, необходимо изучать изменения, происходящие в ней, поскольку морские берега и весь естественный комплекс этой наиболее густонаселенной полосы на Земле подвергаются все более усиливающемуся воздействию со стороны человека при интенсивном хозяйственном ее освоении.

Береговая зона состоит из двух частей — надводной (**берег**) и подводной (**береговой склон**), разделенных **береговой линией**, под которой понимается среднее многолетнее положение уреза воды, или линии пересечения берегового склона с поверхностью моря при отсутствии волнения. Положение уреза воды меняется от года к году, а также в результате кратковременных колебаний уровня моря. Известно, что за последние 100 лет уровень Мирового океана повышался в среднем со скоростью 1,5 мм в год. Кратковременные **колебания уровня** бывают **периодическими** (приливно-отливными) и **эпизодическими** (сгонно-нагонными).■

На отмелых побережьях, близ уреза воды, находят себе пропитание многочисленные стаи птиц.



Береговой склон — это полоса морского дна, которая при данном среднем уровне моря подвержена воздействию волнения, являющегося ведущим фактором динамики рельефа в прибрежной зоне. Разрушение волн при подходе к бе-

Классическим примером прибрежного района, где происходит постоянная борьба человека с морем, являются Нидерланды. На этом низменном побережье любое повышение уровня влечет за собой затопление обширных земельных угодий. И тем не менее люди успешно отвоевывают здесь землю у океана. Сначала они построили в мелком заливе Эйсселмеер мощную земляную дамбу, потом из отгороженного участка залива откачали воду, наконец насыпали землю. Такие земли голландцы называют польдерами. Подобным образом в южной части залива возникли обширный искусственный остров Флеволанд и Северо-Восточный польдер, выступающий полуостровом в воды залива. Здесь уже строятся уютные городки, засеиваются поля. Голландцы приступили к строительству нового искусственного острова на юге Эйсселмеер, который будет называться Маркерварпольдер и займет территорию около 40 тыс. га. Работы должны завершиться к концу XXI в. Проект осушения залива Эйсселмеер является самым значительным по размаху морским мелиоративным проектом наших дней.■

Морской прибой создает самые причудливые формы береговых скал.



Подъем уровня моря (трансгрессия) привел к затоплению многих античных городов, например прибрежной части Эфеса, Марано (в Средиземном море), Пантикапеи, Фанагории, Танаиса и других (в Северном Причерноморье). На месте нынешнего селения у мыса Пицунда в I — II вв. до н. э. была крепость Питиунт с обширной гаванью.■

Ученые прогнозируют, как будут развиваться природные ландшафты в условиях потепления климата. Это касается и береговой зоны морей и океанов, где природные изменения взаимосвязаны с повышением уровня океана. Сейчас, по-видимому, можно говорить об очередном глобальном потеплении, которое вызовет некоторое повышение данного уровня. Самым теплым за предыдущие полтора века и, возможно, за все последнее тысячелетие был 1998 год.

Климат Земли постепенно приближается к так называемому атлантическому оптимуму голоцена, который существовал 5 — 7 тыс. лет назад, когда среднегодовая температура на поверхности планеты превышала современную на 1 — 2°. С потеплением океанских вод связывают усиление штормовой активности во многих районах земного шара, в частности в средних и особенно в низких широтах, а это явление приводит к интенсивному размыву берегов, который еще больше усилится при повышении уровня океана.■

Для абразионного берега характерны живописные скальные обрывы и рассыпанные вдоль береговой линии небольшие скалистые островки.

регу начинается с глубины, равной половине их длины в открытом море. Таким образом, при длине штормовой волны 50 м, что характерно для таких морей, как Балтийское или Черное, воздействие волн на подводный береговой склон начинается на глубине 25 м, а при длине волны 150 м, характерной для открытого океана, такое воздействие начинается уже на глубине 75 м.

Волны в береговой зоне разрушают берега и подводный береговой склон (этот процесс называется **абразией**), переносят осадочный материал и создают различные береговые формы рельефа (**аккумуляция**). Абразия бывает **механической**, когда под действием удара волн и бомбардировки обломками пород разрушается береговой уступ; **химической**, когда происходит растворение морской водой карбонатных пород (известняки, доломиты и др.); **термической**, когда при тепловом и механическом воздействии волн разрушаются берега, сложенные мерзлыми породами или льдом. Сочетание абразии и аккумуляции приводит к большому разнообразию типов морских берегов.■

Абразионные и аккумулятивные берега обычно взаимосвязаны: при разрушении первых образуется рыхлый материал, который перемещается вдоль берега и создает вторые. **Абразионные берега** в Мировом океане занимают около 46% общей длины береговой линии, **аккумулятивные** — примерно 30%; оставшиеся 24% приходятся на **берега смешанного типа**.

В береговой зоне морей и океанов накапливаются некоторые полезные ископаемые. Это прежде всего россыпи различных минералов (рутил, монацит, ильменит и др.), содержащих ценное рудное сырье: соединения железа, титана, циркония, ванадия, олова и других металлов.

Прибрежные россыпные месторождения формируются под действием тех же динамических процессов, которые образуют береговые аккумулятивные формы.

Во многих районах побережья, расположенных в тропической и субтропической зонах, производится добыча морской соли. От моря (океана) отделяются специальные бассейны, в которых под влиянием



У коралловых рифов есть серьезный враг: крупная морская звезда «терновый венец», или акантастер, названная так за форму, обилие и остроту шипов, которыми покрыты ее лучи и спинная поверхность. Акантастер живет в рифовых сообществах тропической зоны Индийского и Тихого океанов, где питается коралловыми полипами. Звезды медленно ползают среди рифов, начисто выедая все мягкие ткани полипов и оставляя за собой полосы известковых скелетов. В обычных условиях этот процесс протекает медленно и приводит к постепенному обновлению рифостроителей. Однако время от времени наблюдается взрыв численности популяций «терновых венцов». Очередной такой взрыв произошел в середине 60-х гг. в западной части Тихого океана.■

Морские звезды настолько расплодились, что во многих местностях были полностью уничтожены коралловые колонии. Гибелью живых кораллов дело не ограничилось: после гибели рифовых популяций под действием волн начали разрушаться коралловые острова. Причины бурного увеличения численности морских звезд остались невыясненными.■

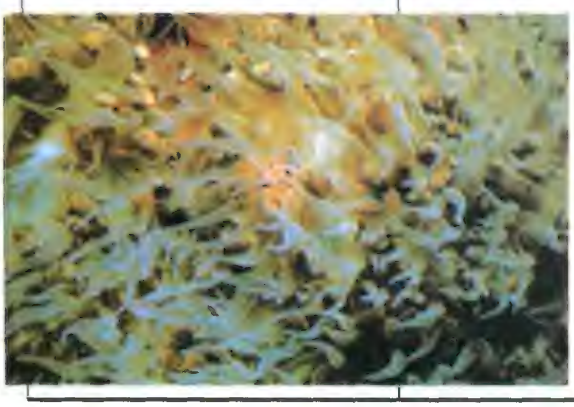
В береговой зоне на Аляске найдены россыпи золота, у юго-западного побережья Африки — алмазные россыпи. Особенно крупные россыпные месторождения минералов, содержащих окиси железа, титана и циркония, расположены на побережьях Индии, Шри-Ланки, Бразилии, Австралии, США. Крупнейшие россыпи касситерита, одного из основных минералов олова, расположены в Юго-Восточной Азии.■

солнечного тепла осуществляется последовательное осаждение растворенных в воде химических веществ. Хлориды выпадают из воды в последнюю очередь. Бассейн, в котором совершается этот процесс, называется **садочным**. Когда слой выпавшей из воды поваренной соли становится достаточно мощным (5 — 10 см), маточный рассол сбрасывают в море, а оставшуюся на дне бассейна соль дробят и сгребают в кучи. Чтобы избавиться от примесей магния, придающего соли горький вкус и делающего продукт непригодным для пищевых целей, собранную соль подвергают промывке и разделяют по категориям. Пищевая соль должна содержать не менее 96 % NaCl, промышленная — не менее 94 %. Если соль содержит только 90% NaCl, ее называют низкокачественной и используют для посыпки дорог, в холодильном деле и т. п.■

В теплых тропических морях важным элементом береговой зоны являются **коралловые рифы**, которые создают неповторимые по красоте подводные ландшафты и формируют так называемые коралловые берега, изумляющие глаз чистотой пляжей из светлого песка. Пляжи из этого песка пользуются огромной популярностью у любителей отдыха в экзотических краях. К сожалению, в настоящее время во многих районах Мирового океана наблюдается разрушение коралловых рифов.

Специалисты связывают этот процесс с потеплением поверхностных вод океана, которое приводит к возникновению пятен аномально теплых вод в областях развития коралловых рифов, следствием чего становится так называемое выбеливание кораллов — гибель коралловых полипов в результате развития на поверхности рифов особого вида водорослей. Кроме того, коралловые рифы в прибрежной зоне гибнут из-за загрязнения воды, а также в результате сильных штормов и ураганов. Американские исследователи проводили с 1961 по 1998 г. систематические наблюдения на коралловом рифе у берегов острова Барбадос. Ими были выполнены фотосъемки рифа с одной и той же точки в разное время существования колонии кораллов. В 1960 г. риф был разрушен мощным тропическим ураганом Донна. Через 5 лет он стал возрождаться, причем скорость роста кораллов достигла максимума в 1976 г. — 10 см за год. С 1978 г. началось повторное отмирание кораллов. Фотосъемка 1998 г. показала, что живых кораллов на рифе уже не осталось, а вся его поверхность скрыта под сплошным покровом водорослей.■







Три последовательные стадии разрушения кораллового рифа у острова Барбадос.

Изучение морских берегов во всем мире проводилось очень интенсивно, в результате чего в XX в. возникла новая область знаний — наука о морских берегах. Ее основоположниками были американский ученый Д. Джонсон и наш соотечественник — В. П. Зенкович.

Подводные исследования имеют важное значение для изучения рельефа, донных отложений, фауны и флоры береговой зоны. Изобретение аквалангa открыло для человека дверь в подводный мир. Незабываемы ощущения при погружениях в море на коралловых рифах. Ныряльщика, впервые попавшего в тропиках в мир кораллов, поражает их красота, яркость и разнообразие красок, пышность форм. Коралловый риф обычно предстает в виде крепостных стен, башен и гротов, где живут безобидные усатые лангусты и опасные мурены. Вблизи кораллового рифа обитает множество разнообразных рыб, обычно яркой расцветки. Среди рифов подстерегают добычу барракуды.

Плавая в нагретых (до +35°) водах, продираясь сквозь мангровые заросли, утопая в мягком и вязком иле, нетрудно представить себе топкие прибрежные участки тропических морей минувших геологических эпох.■



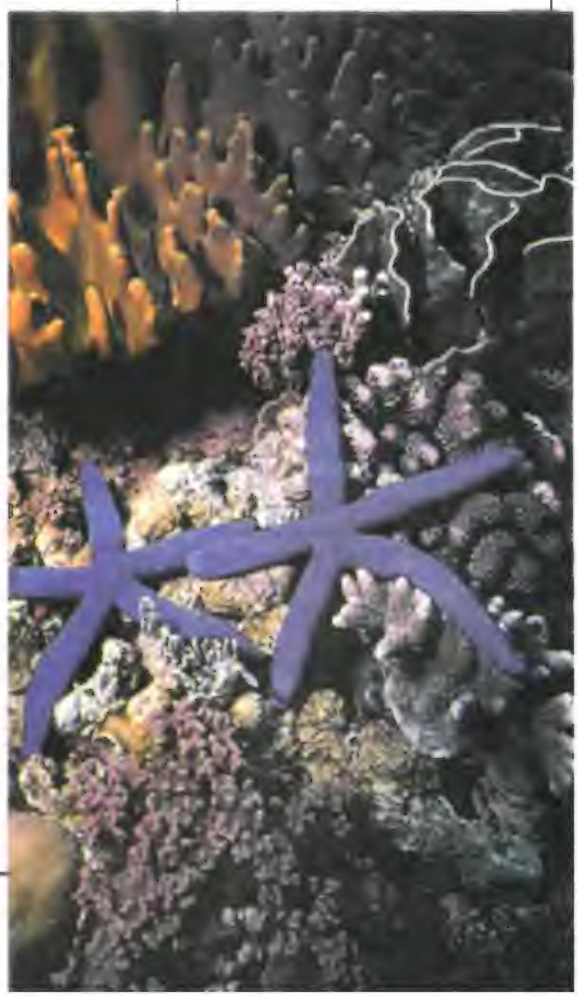
Рисунок коралла, сделанный Луиджи Марсильи (XVIII в.), одним из первых исследователей подводного мира.

Существует много способов защиты берегов от размыва. Наиболее эффективным из них является создание намывных и насыпных пляжей.■

Луиджи Марсильи ошибочно считал кораллы растениями.

Морские берега очень изменчивы. Даже один сильный шторм способен срезать огромную площадь суши, размыть пляж, разрушить береговые постройки. Волны, однако, в считанные часы могут и создать широкий пляж, который станет лучшей защитой берега от размыва. При устойчивом положении уровня моря в береговой зоне образуется относительное равновесие размыва и аккумуляции. Берег тогда считается стабильным. На протяжении последних тысячелетий уровень океана неоднократно менялся, берега то отступали при его подъеме, то выдвигались в море при его опускании.

Во многих районах мира размыв берегов воспринимается как серьезное стихийное бедствие. Один из таких районов — Черноморское побережье Кавказа. Причина размывов — нарушение человеком естественного равновесия в береговой зоне. Бедственное положение на участке побережья между Туапсе и Сочи сложилось уже в конце XIX в., когда здесь вплотную к морю построили железную дорогу и начали неумело укреплять берег от размыва, что только ухудшило положение. А потом, на протяжении всего XX в., люди бились над проблемой защиты железнодорожного пути от штормовых волн. В 1946 г. без учета законов развития береговой зоны был построен Сочинский порт, хотя ученые предупреждали о негативных последствиях непродуманного инженерного проекта В результате к юго-востоку от порта в пределах городской черты начались катастрофические размывы берега, а «ковш» порта стал интенсивно заноситься песком. А в 60-е гг. на мысе Пицунда недопустимо близко к береговой линии были возведены многоэтажные гостиницы. В 1969 г. сильнейший шторм размыл узкую полосу пляжа перед гостиничными корпусами, волны разбили нижние этажи зданий и подмыли фундаменты. Чтобы гостиницы не обрушились, пришлось возводить перед ними бетонные волнозащитные стенки и сооружать «наброску» из бетонных блоков. Берег уникального природного комплекса был исковеркан.■



Тихо ли в «мире безмолвия»?

«Миром безмолвия» называли морскую среду в недавнем прошлом. Сейчас уже такое услышишь редко, поскольку данное определение никоим образом не подходит к океанским глубинам.

Звуковые колебания очень хорошо распространяются в водной среде, в 4,5 раза быстрее, чем в воздухе. Скорость звука в морской воде зависит от ее температуры и солености. Округленно ее можно принять равной 1500 м/с. Наибольших значений в приповерхностных горизонтах океана скорость звука достигает в экваториальной области (более 1540 м/с), а с продвижением в умеренные широты она постепенно снижается и минимума достигает в приполярных районах (1450 м/с и ниже). Затухание звука в морской воде незначительно, и он может распространяться на очень большие расстояния. Именно на этом свойстве основано применение эхолота, оно же используется военными моряками при обнаружении вражеских подводных лодок.

Существенное влияние на распространение звуковых волн в океане оказывает стратификация водных слоев.

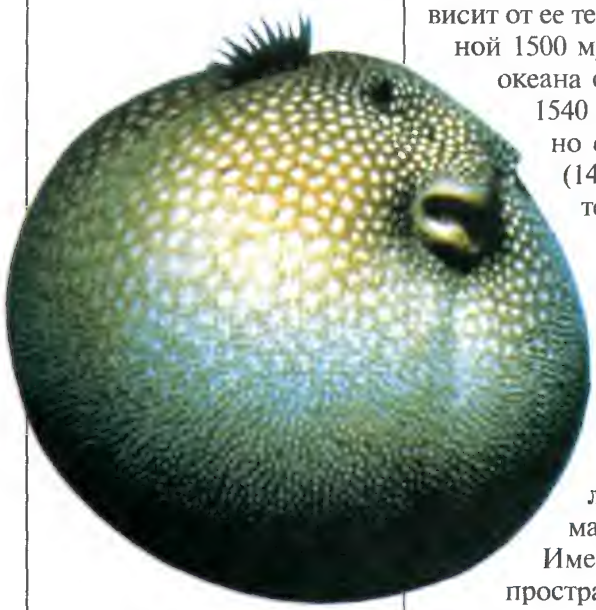
С глубиной скорость звука сначала уменьшается, достигая минимума (1470 — 1490 м/с) на глубинах порядка 1000 м, где лежит ось звукового канала. **Подводным звуковым каналом** называется слой воды, в котором скорость звука минимальна.

Именно здесь, вдоль оси канала, концентрируется энергия распространения звука. В этом слое возможно дальнее и сверхдальнее распространение звуковых волн. Известен такой факт: в 1956 г. звуковая волна от взрыва водородной бомбы на тихоокеанском атолле Бикини, пройдя 22 тыс. км, была зарегистрирована на Бермудских островах. Ниже звукового канала скорость звука начинает расти с глубиной, достигая максимальных значений (1530 — 1540 м/с) в придонных горизонтах. Начиная с 2-километровых глубин скорость звука от точки к точке меняется мало.■

Отчего же человек так долго считал океан зоной полного акустического покоя? Дело в том, что поверхность воды является преградой, сквозь которую звуки не могут проникать наружу. Вылавливая рыб, человек мог с давних пор убедиться в отсутствии у них органа слуха, подобного ушам наземных млекопитающих. Многие водные обитатели, а также некоторые виды рыб (например, миноги и колюшки) наделены специальными чувствительными клетками,



Океанская среда помимо звуков нормальной частоты генерирует еще и низкочастотные звуковые колебания. Они не слышимы человеческим ухом, но могут оказывать сильное воздействие на наш организм. Особенно опасны инфразвуковые колебания с частотой 8 Гц. При их восприятии в организме появляется гнетущее чувство неясной, но весьма реальной опасности, которое настолько сильно овладевает моряками, что мореплаватели перестают контролировать свои действия и даже лишаются разума.



Рыба-луна.

В этом состоянии экипажи судов способны на крайне необдуманные поступки. Например, они вдруг приходят к убеждению о невозможности оставаться больше на корабле. В таких случаях команда поспешно оставляет вполне исправное судно и чаще всего гибнет в океане. Подобные корабли не раз видели мореходы под разными широтами, чаще всего в открытом океане. Низкочастотные акустические колебания океанской среды получили название «голос моря».■

при помощи которых они воспринимают колебания давления и движения воды, в том числе и звуковые волны. Они, так сказать, «слышат» боками.■

Рыбы, как оказалось, прекрасно улавливают низкие звуки (частотой от 50 до 5000 Гц), а чувствительность их слуха к звукам диапазона от 500 до 1000 Гц не уступает органам чувств млекопитающих. Когда ученым с помощью гидрофонов впервые удалось прослушать океан, они были просто поражены разнообразием пронизывающих водную толщу звуковых сигналов. Сразу стало ясно, что известная всем житейская мудрость «Нем как рыба», не верна.

Хрюканье рыб-ангелов и морских собачек смешивается с урчанием морских налимов, кудахтаньем морских петухов, лаем ставрид, жужжанием рыб-мичманов, скрипением некоторых видов бычков. Голос рыбы-жабы напоминает хриплое ворчание или гудки проходящего в отдалении судна. Вблизи издаваемые рыбой-жабой звуки можно сравнить с работой отбойного молотка — во всяком случае по громкости: интенсивность ее выкриков превышает 100 дБ!

А с шумом, который издает стая донных рыб-горбылей, могут соперничать очень немногие наземные животные. В Средиземном море стаи орлиных горбылей тревожат тишину ритмическими, многократно повторяемыми тоскливыми стонами. Особенно буйно ведут себя рыбы во время брачных игр. Рыба-дикобраз скрежещет, словно несмазанная дверная петля; задорно урчит сахалинский подкаменщик; свистит, чирикает, щелкает спинорог. Бычок-кругляк в пору нереста непрестанно скрипит, подзывая самку, а едва завидев ее, разражается громким кваканьем. Самец желтой макрели, встретив подружку, выражает удовольствие истошным кряканьем.

Ученые полагают, что печально известные по античным мифам сирены, сбивавшие с курса и губившие мореплавателей, имеют много общего с особенно шумливыми рыбами — морскими орлами.■

В первые годы развития гидроакустики (науки о распространении звука в водной среде) рыбьи шумы порой приводили к серьезным недоразумениям. Звуки, издаваемые косяками рыб, наблюдатели принимали за шумы судовых двигателей. Ложная идентификация чаще происходила в сумерках, когда некоторые виды рыб поднимаются из глубин и крупными стаями выходят к побережью. Весной 1942 г. подходившие к берегам США косяки были приняты акустиками за нацистские подводные лодки, что вызвало настоящий переполох среди береговой охраны. «Разговорчивость» не является привилегией рыб. Немалый шум производят и скопления креветок. Тогда в гидрофонах можно услышать настоящий вихрь пощелкиваний, напоминающих стук высыпаемого на асфальт мешка гороха, а щелчки сопровождаются скрипами и звонами.



Но наиболее известны, конечно, ораторские способности морских млекопитающих. Самые разнообразные звуки издают серые и синие киты: вздохи, бульканья, стуки, чаще





Еще до середины XIX в. не было достаточно точного прибора для измерения глубин Мирового океана. Только во время кругосветного путешествия английской экспедиции на судне «Челленджер» (1872 — 1876) при помощи нового лота и металлической струны удалось составить первые карты глубин океана.

В период Второй мировой войны для измерения глубин стали использовать эхолоты и гидролокаторы.

В 1982 г. было опубликовано пятое издание Генеральной карты глубин Мирового океана. Для ее составления были использованы миллионы промеров глубин, которые пришлось обрабатывать 7 лет.■

Уже само название этой рыбы — щелкун свидетельствует о ее «разговорчивости».

Ученые Финляндии, изучая обитающих в водах северных морей тюленей, обратили внимание на способность этих животных улавливать малейшие звуки, исходящие из глубины. Оказалось, что источники этих звуков могут быть удалены на значительные расстояния (порой даже высокочувствительные приборы не в состоянии зарегистрировать их). Финским биологам удалось установить, что главные акустические рецепторы тюленей располагаются в усах. На одном тюленьем усе насчитывается до 1100 нервных окончаний. Именно с их помощью ластоногие воспринимают звуки, издаваемые другими животными, и могут превосходно ориентироваться под водой.■

же всего стоны. Нарвалов, обитателей полярных вод, человек может хорошо слышать. Они то разражаются громоподобными раскатами, то тяжело стонут и вздыхают, то пронзительно свистят, то переходят на бульканье, напоминающее полоскание горла людьми. Звуки этих китообразных хорошо проходят через лед, бывают слышны через днище шлюпки и даже через корпус корабля.■



Голоса белух издавна знакомы полярным мореплавателям. Разнообразные скрипы, щелканья, скрежет и клекот, похожий на птичий, безусловно, вызвали к жизни их прозвище — морские канарейки, под которым они известны у норвежских рыбаков. Кроме того, эти млекопитающие способны пронзительно кричать и оглушительно реветь.

Удивительно мелодичны голоса китов-горбачей. Они напоминают звучание музыкальных инструментов: то гобоя, то кларнета, то волынки. Горбачей вполне можно называть океанскими певцами. Если записанные на пленку их серенады воспроизвести с большей скоростью, то китовьи хоры становятся похожими на пение птиц. Биоакустики утверждают, что при ускорении записи в 16 раз из магнитофонов слышится невообразимо прекрасная мелодия.■



Белобочки — рекордсмены по восприятию звуков высокой частоты.

В последнее время особую известность получили способности восприятия звуков дельфинами. Диапазон частот воспринимаемых ими звуков необыкновенно велик: от 1 Гц до 320 кГц (рекордсмен — дельфин-белобочка), а возможно, и еще выше. Это значительно превосходит человеческие возможности. Причем дельфины могут воспринимать сигналы с самыми минимальными временными интервалами — до 1 — 2 миллионных долей секунды. Необыкновенна способность дельфинов в различении частоты звуков: афалины улавливают разницу в 0,3%, азовки — даже в 0,02%. Меняя частоту звукового сигнала, дельфинам удается избавиться от слуховых помех.

Лучше всего дельфины слышат в ультразвуковом диапазоне. Используя свой необыкновенный слуховой аппарат, дельфины создали собственный живой локатор, позволяющий им и находить друг друга на большом расстоянии — за 100 — 130 м, и избегать даже в мутной воде как естественных, так и искусственных препятствий.■

Дельфин по кличке Лоцман прославился тем, что в течение более четверти века (с 1888 по 1916 г.) сопровождал в районе острова Дюрвиля все суда, следующие из пролива Кука в залив Тасман и обратно. Его постоянство было в конце концов оценено не только простыми людьми, но даже административными чиновниками: в 1904 г. специальным распоряжением вице-губернатора Новой Зеландии дельфин был объявлен национальным достоянием.■

В начале 60-х гг. американский нейрофизиолог Дж. Лилли высказал гипотезу, что система общения дельфинов между собой принципиально такая же, как у людей. Он даже утверждал, что дельфины, единственные среди представителей животного мира, выработали настоящий разумный язык. Этот язык будто бы можно расшифровать и, таким образом, научиться общению с дельфинами.



Афалины.

Российские ученые выяснили, что число уровней – восприятия сигналов больше 2, а иногда достигает 6. Подобная особенность среди живых обитателей нашей планеты есть только у человека. Кроме того, обнаружилось, что в подавляющем большинстве случаев дельфины обмениваются не отдельными сигналами, как все прочие представители животного мира, а группами сигналов, что характерно для людей.



Белухи одними из первых сообщили людям о своих голосовых способностях.

В сигнальных рядах дельфинов выявлены математические закономерности, свойственные человеческим текстам, что-то вроде деления на абзацы, главы, разделы. Это дает основание говорить об определенной синтаксической организованности дельфиньей «речи», хотя с нормальной человеческой, даже самой примитивной, речью сигналы дельфинов, разумеется, сравнивать нельзя.■

Опыты американских ученых показали, что дельфинов можно обучить грамматическим конструкциям и давать им задания в форме связных предложений.

Особенно большое значение активная локация имеет для глубоководных организмов, живущих в условиях вечной ночи. Только с помощью активной локации обитатели больших глубин могут найти добычу или спастись от врага. Таким образом, от исправной работы живого локатора зависит само существование глубоководных плавающих видов. Однако именно дельфины развили локационные способности до совершенства. Эти качества используются человеком, например при обнаружении с помощью дельфинов минных полей.■

Слуховые способности дельфинов поразительны! Максимальная чувствительность их слуха на 20 дБ лучше, чем у человека. Предел дельфиньего слуха раз в 10 превосходит аналогичный порог у людей. Дельфины способны слышать звуки, энергия которых в 400 (у косаток почти в 1000!) раз меньше воспринимаемой нашими ушами энергии. Вместе с тем дельфины способны издавать звуки чрезвычайно высокой энергии. Если бы мы могли услышать сигналы дельфинов в диапазоне УКВ, то эти звуки оказались бы для нас громче рева реактивных лайнеров на взлетно-посадочной полосе аэродрома.■

В давние времена глубины в морях и океанах измеряли либо наметкой — деревянным шестом с нанесенной на него мерной шкалой (на мелководье), либо **лотом** — свинцовым грузом с прицепленным к нему мерным линем. Подобные способы измерений находят применение и в наши дни. Идея использовать для измерений расстояний в воде звуковую волну родилась в начале XX в. Ее практически одновременно высказали русский изобретатель К. В. Шиловский и француз Ланжевен. Совместный патент на изобретение им был выдан в 1916 г. Аппарат, сконструированный на принципе излучения и приема звуковой волны, назвали **эхолотом**. Он служит для быстрого — без остановки судна — измерения глубины океана, вычерчивания рельефа морского дна, определения расстояния до берега и всевозможных плавучих объектов и прочих задач, в частности для поиска в толще вод косяков промысловых рыб.■

Голубой кит – самое крупное животное в океанских пучинах. Длина его тела достигает 30 м.



Источник жизни

Органическая жизнь на нашей планете зародилась в океанской среде. Десятки миллионов лет все богатство органического мира ограничивалось только водными видами. И в наши дни, когда суша давным-давно заселена живыми организмами, в океане сохранились виды, возраст которых измеряется сотнями миллионов лет. Немало тайн еще хранят океанские пучины. Не проходит и года без сообщений биологов об открытии новых видов животных и растений.

Всего в океане обнаружено около 10 тыс. видов водных растений и более 160 тыс. видов животных организмов. Среди последних — 80 тыс. видов моллюсков, свыше 20 тыс. видов ракообразных, примерно 16 тыс. видов рыб и 15 тыс. видов простейших и т. д. Жизнью пронизана вся многокилометровая толща океанских вод: от перенаселенных верхних горизонтов до мрачных бездн желобов, где на глубинах свыше 9 км суровые условия позволяют выжить бактериям да некоторым видам беспозвоночных.

Наиболее населен верхний слой океана, поглощающий основную часть световой солнечной энергии. Именно здесь и происходят процессы фотосинтеза. Поэтому и слой называется **слоем фотосинтеза**. Его средняя толщина для всего Мирового океана — 56 м; экстремальные значения, в зависимости от района, меняются от 8 до 80 м. Слой охватывает около 18,5 тыс. км^3 океанских вод. На каждом квадратном километре водной поверхности в слое фотосинтеза ежегодно производится первичной биологической продукции (мельчайших планктонных организмов) от 20 до 788 г (в среднем по Мировому океану — 166 г) в пересчете на химически чистый углерод.

Производители и потребители биологической продукции занимают неодинаковое место в океане. Общая масса производителей сильно уступает биомассе потребителей. Своей продуктивностью резко выделяются **планктонные организмы**. Они невелики по размерам, порой просто микроскопичны, но планктона в океане невероятно много, и при фантастической продуктивности он поставляет огромное количество пищи для других водных обитателей: **фитопланктон** — главным образом для **зоопланктона**, а последний — для более высших организмов.■



Отношение «продукция: биомасса» характеризует «производительность» живых веществ за единицу времени. Для Мирового океана в целом это отношение равно 22,0; для отдельных океанов выражается следующими значениями: Индийский — 50,3, Тихий — 23,4, Атлантический с Северным Ледовитым — 16,5.

Количество фитопланктона зависит от обилия в поверхностных слоях воды так называемых биогенных элементов — соединений азота, фосфора, кремния. Очень важны специфические органические соединения (витамины), находящиеся в воде. Их ничтожно мало. Поскольку биогенными веществами богаты в основном глубинные воды океана, то для развития

Человек познакомился с Саргассовым морем во время первого плавания Колумба. Название свое море получило от одного рода бурых водорослей — саргассум, которые широко распространены в тропической и субтропической частях Тихого и Атлантического океанов. Однако все виды саргассума растут в прибрежной зоне. Как же появились водоросли посреди океана, да еще в таком огромном количестве? (Специалисты оценивают массу саргассума, плавающего в поверхностном слое «моря без берегов», в 12 — 15 млн. т!) Предполагают, что когда-то давно штормы оторвали большие массы бурых водорослей от американских берегов. Саргассумы благодаря наличию у них особых наполненных воздухом пузырей могут долго держаться в воде. Со временем они приспособились к жизни в неприкрепленном состоянии в относительно спокойном месте на поверхности воды.■

Свыше 2/3 всей массы вылавливаемой рыбы приходится на представителей 5 отрядов: сельдеобразные (34 — 46%), трескообразные (20 — 24%), окунеобразные (11 — 21%), скорпенообразные и камбалообразные. Среди отдельных видов рыб первенство удерживает минтай со средним ежегодным уловом порядка 7 млн. т; много вылавливается японской сардины и перуанского анчоуса (в среднем по 5 млн. т в год), южноамериканской сардины, чилийской ставриды, атлантической трески (примерно по 2 млн. т в год), атлантической сельди и мойвы (по 1,5 — 2,5 млн. т), полосатого тунца (около 1 млн. т).■

Океан издревле кормил людей.



Больше всего на Соловках – ламинарии. Запасы этих водорослей достигают четверти миллиона тонн. Значительно меньше здесь бурых фукусовых водорослей и совсем мало анфельций. Впрочем, количество соловецких водорослей непостоянно и от сезона к сезону, от года к году. Большинство ламинарий живет чуть больше 2 лет, достигая промысловых размеров на втором году жизни. Влияние человека отрицательно сказывается на растительном мире островных вод.



Крабы – излюбленный деликатес жителей морских побережий.

Если в начале XX в. ученые описали 92 вида водорослей, то через 70 лет их осталось всего 26. Основным виновником обеднения прибрежного растительного мира стал неправильный сбор водорослей. Драги, применяющиеся для сбора ламинарий, механически разрушают дно. При этом уничтожаются и непромысловые водоросли. Способствует истощению морских угодий и то, что добыча ведется из года в год на одних и тех же участках.■

Почему же водоросли поселились на соловецких берегах? Оказывается, здесь в летний сезон относительно много тепла и необходимых для их роста элементов. Прибрежные воды к тому же очень хорошо перемешиваются. Осушка приливно-отливной зоны способствует непосредственному воздействию солнечного тепла на растения. Изрезанность береговой линии, наличие полузакрытых бухточек не дает возможности сильным волнам обрушиться на берега.■

фитопланктона особенно благоприятны районы интенсивной вертикальной циркуляции и подъема глубинных вод (апвеллинга). К подобным районам принадлежат зоны **гидрологических фронтов**, где происходит соприкосновение холодных и теплых водных масс (зоны контактов теплого Гольфстрима и холодного Лабрадорского течения в Атлантике, теплого Куросио и холодного Оясио в Тихом океане), зоны расходящихся водных потоков (экваториальная), районы постоянных сгонных ветров вблизи побережий и др. В этих районах преобладает зоопланктон, питающийся фитопланктоном, а также **нектонные** (т. е. свободно плавающие в толще воды) животные. Наибольшее количество донных организмов характерно для прибрежных мелководных районов океана.

Человек получает из океана около 12 — 15% белков животного происхождения и 3 — 4% животных жиров (по отношению к мировому потреблению). Использование крупных рыболовных судов и современных орудий лова привело к резкому возрастанию общего тоннажа мировых уловов рыбы и других даров моря. После Второй мировой войны уловы достигали всего 50 млн. т, а в середине 80-х гг. масса уловов превысила 90 млн. т в год и продолжает расти. Наряду с увеличением массы улова стало ухудшаться его качество, уменьшилась доля ценных видов; все чаще отмечаются переловы отдельных видов традиционных промысловых рыб. Некоторые ученые считают, что это чревато истощением запасов океанских рыб и других животных. Однако детальные исследования показали, что это далеко не так.■

По оценкам гидробиологов, промысловый потенциал океанов используется наполовину. Некоторые специалисты полагают, что мировые уловы могут достигать даже 200 — 250 млн. т в год.

Что же ловят в океане? Свыше 90% уловов составляют рыбы. Причем далеко не вся рыба потребляется самим человеком. Значительную часть уловов составляет такая мелкота, как перуанский анчоус. Эту мелочь перерабатывают в рыбную муку, идущую на прокорм домашних животных. Около 5% приходится на долю различных моллюсков, примерно 2% — на ракообразных и т. д. В пищевых и фармацевтических целях проводится сбор некоторых видов морских водорослей. Во многих странах создаются плантации для искусственного разведения наиболее ценных видов водорослей. В России такие морские угодья находятся в Японском море и на Соловецком архипелаге.

Ведущими рыболовными странами являются Япония (с годовыми уловами более 12 млн. т), Китай (8 млн. т), Перу, Чили, США и т. д.■



Мангровые заросли – это особый мир на границе суши и моря в тропических странах.



Минеральные богатства океана

Мировой океан называют сокровищницей планеты. И в этом нет преувеличения. В морской воде содержатся почти все химические элементы периодической системы. В недрах морского дна сокровищ еще больше. Веками люди и не подозревали об этом. Разве что в сказках морской царь владел несметными богатствами.



Участок морского дна с полиметаллическими конкрециями.

Человечество убедилось, что океан скрывает огромные запасы совсем несказочных сокровищ только в конце XX в., и наконец-то занялось разработкой подводных богатств.

Впрочем, сначала стоит сказать о тех полезных веществах, которые добываются непосредственно из морской воды. Больше всего в ней, конечно, поваренной соли. А первым химическим элементом, который начали добывать из морской воды, был бром, который почти невозможно извлечь из минералов на суше. Добыча брома составляет около 50 тыс. т в год и развита главным образом в США, Великобритании, Японии. От 40 до 60% мирового металлического магния производится сейчас из морской воды. Для этого хлористый и сернокислый магний океанской влаги переводят в окись магния, которую впоследствии подвергают электрохимической обработке. Только в США и Великобритании построено свыше 20 заводов по производству «морского» магния. Кроме того, этот вид переработки развит во Франции, Италии, Канаде, Японии, Германии и других странах. В меньших количествах из морской воды извлекают калий и йод.■



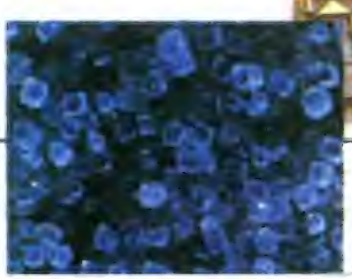
«Черный курильщик» – выходы горячих минерализованных растворов на дне океана.

Неисчерпаемым источником многих металлов, и прежде всего меди, свинца, кобальта, никеля, кадмия, золота, серебра, а также некоторых редкоземельных элементов, могут стать горячие (до +56°) рассолы близ разломов океанского дна, впервые обнаруженные в 1948 г. шведским научным судном «Альбатрос». Особенно подробно в этом отношении изучена впадина Атлантис-2, где выделено 7 различных типов металлоносных осадков. Обогащенные ценными металлическими компонентами рассолы осе-

В последнее время стали использовать саму морскую воду в опреснительных установках, поскольку около трети населения Земли испытывает острый недостаток пресной воды. До недавнего времени опреснение считалось довольно дорогим процессом. Именно поэтому опреснительные технологии распространились прежде всего в разбогатевших на торговле нефтью государствах региона Персидского залива. Например, мощность опреснительных установок в Кувейте составляет 250 тыс. м³ в сутки, а в соседней Саудовской Аравии из опреснителей ежесуточно изливается настоящая река мощностью почти 2,5 млн. м³. После перехода опреснителей на газовое снабжение стоимость 1 т опресненной воды составляет в этих странах около 12 центов.■



Общий вид предприятия по выпариванию соли из морской воды.



Соль, полученная в садочном бассейне (увеличено).

дают на дно океана в виде металлоносных илов, которые считаются весьма перспективными в сырьевом отношении. Например, высушенный ил из впадин Красного моря содержит до 3% меди и до 10% цинка (в весовом выражении), а это сравнимо с содержанием металлов в «классических» континентальных месторождениях. Согласно сейсмическим данным, мощность таких илов может достигать 100 м, а потому суммарный объем рудной массы в одной только впадине Атлантис-2 составляет в пересчете на сухой вес 100 — 150 млн. т.■

Океаническое дно богато не только рудными илами. Огромные пространства его покрыты полиметаллическими и фосфоритовыми конкрециями. Последние вообще рассматриваются как основной промышленный источник фосфора в недалеком будущем. Фосфоритовые конкреции широко распространены на шельфах и материковых склонах всех трех основных океанов. Глобальные запасы фосфоритов только на континентальном шельфе оцениваются в 300 млрд. т. И хотя всего лишь 10% руд считаются при существующих технологиях пригодными для разработки, этого количества хватит на тысячу лет неограниченного использования.
Полиметаллические конкреции до недавних пор назывались железомарганцевыми. Они были открыты во время исторического плавания «Челленджера» в 70-е гг. XIX в. В них на самом деле присутствуют марганец и железо, хотя относительное содержание последнего невелико. Но главное богатство конкреций — медь, никель и кобальт. Их содержание в конкрециях на несколько порядков больше, чем в месторождениях на суше. Найдены в конкрециях также свинец и алюминий. Обычно конкреции встречаются на глубинах свыше 3 км. Обнаружены они и в шельфовых морях, например в Балтийском, но там конкреции беднее марганцем и цветными металлами.■

Промышленную разработку конкреций связывают с глубоководными районами открытого океана. У большинства конкреций имеется ядро — вулканический обломок, а то и органическая частица, например зуб акулы. Самая большая конкреция, поднятая в одном из рейсов «Витязя» с глубины около 3 км, имела диаметр более 1,5 м и весила свыше 1 т. Но обычный размер конкреций куда меньше: от 1 до 5 см. Площадь океанского дна, покрытая конкрециями, составляет около 280 млн. км^2, из них только в Тихом океане — свыше 150. Считается, что добыча конкреций рентабельна при их плотности не менее 5 кг/м^2 (или 5 тыс. т/км^2). А на океанском ложе есть районы с плотностью конкреций до 75 кг/м^2. Предполагается, что на склонах срединно-океанических поднятий она повышается до 200 — 300 кг/м^2. Районы с высокими рудными концентрациями занимают не менее 10% общей площади распространения полиметаллических конкреций. По подсчетам отечественных геологов, запасы конкреций в Тихом океане составляют около 350 млрд. т. В тихоокеанских конкрециях содержится не менее 71 млрд. т марганца, 2 млрд. т никеля, 1,5 млрд. т меди, 1 млрд. т кобальта. Запасы Атлантики и Индийского океана заметно скромнее: их общий потенциал оценивается «всего» в 100 млрд. т конкреций. В настоящее время делаются только первые шаги в освоении этих рудных богатств: разрабатываются методы и механизмы добычи, проводится их опытное опробование.■



Отмирая, колонии кораллов превращаются в пористые известняки, в которых могут накапливаться в больших количествах нефть и газ.

Некоторые живые организмы способны концентрировать растворенные в воде микроэлементы. Такие организмы стали называть «живыми месторождениями». Впервые это явление обнаружено в Японии, где была замечена способность асцидий вбирать в себя растворенный в морской воде ванадий. (Донные морские животные — асцидии из подтипа оболочников. Они прирастают к камням и иным твердым предметам на морском дне своей нижней частью, подошвой. Внешне одиночная асцидия похожа на мешок неправильной формы.)
Содержание этого редкого металла в асцидиях достигает по весу 0,16%, что признано вполне достаточным для прибыльной добычи.■

Конкреция, образовавшаяся вокруг акульего зуба.



Американские биологи утверждают, что для добычи золота из морской воды можно использовать некоторые виды сине-зеленых водорослей, которые не только способны «связывать» золото, но и могут удерживать его прочнее других металлов, постепенно освобождая от примесей. Кроме того, сине-зеленые водоросли с течением времени переводят золото из раствора в кристаллическую форму: кристаллики благородного металла обнаруживают прямо на живой ткани.■



Автономное буровое судно.

В океане добывается ежегодно около 1 млрд. т нефти и около 500 млрд. м^3 газа. Наиболее интенсивно используются акватории Северного моря, Персидского и Мексиканского заливов.■

Ну а чем же богаты недра под океаническим дном? Прежде всего нефтью и природным горючим газом. Именно это энергетическое сырье занимает в наши дни основное место в морских разработках.

Современная теория образования нефти предполагает наличие жидких углеводородов в основном в достаточно мощных осадочных отложениях. Причем породы, их слагающие, должны провести определенное время в интервале температур от 80 — 90 до 150 — 170° С. Только в этих условиях из рассеянного органического вещества, почти всегда имеющегося в осадочной породе, могут образоваться нефтяные углеводороды. Как показывает геологическая практика, подобные условия встречаются на глубинах от 2 до 6 км. Именно на таких глубинах в недрах Земли должна определенное время пребывать порода, чтобы в ней зародились крупные нефтяные залежи. Образование газа начинается гораздо ближе к земной поверхности, а заканчивается на значительно больших глубинах осадочного чехла — до 9 км. Этим условиям отвечают только породы континентального типа земной коры. Следовательно, нефть и газ могут встретиться или на шельфе, или на материковом склоне. Все открытые до сих пор месторождения нефти и газа приурочены либо к шельфовым структурам, либо к относительно малым глубинам материкового склона.■

В недалеком будущем люди, очевидно, придут и в арктические моря, богатые жидкими и газообразными углеводородами, способными удовлетворить энергетические запросы грядущих поколений.

Только не надо забывать, что морская нефть значительно дороже континентальной. Например, в конце 70-х гг. XX в. сухопутная буровая установка, предназначенная для работы на глубинах свыше 5 км, стоила около 4 млн. долларов. В то же время средняя цена морской платформы с выдвижными опорами для бурения при глубинах моря не более 90 м составляла 25 млн. долларов, а установка для бурения при глубинах моря порядка 1000 м обходилась нефтедобытчикам в 50 — 100 млн. долларов. В середине 80-х гг. удельные затраты на добычу 1 т нефти на континентальных месторождениях Ближнего и Среднего Востока составляли 1,5 — 15 долларов, на морских — около 3,5 — 30 долларов. А ведь в Ближневосточном регионе условия добычи наиболее благоприятные на планете: здесь в относительно неглубоких залежах накоплены огромные запасы углеводородов, причем вертикальный разрез месторождений напоминает слоеный пирог, в котором чередуются нефтеносные слои и непроницаемые для жидкости горизонты. Подобные месторождения можно разрабатывать в течение многих десятков лет, причем минимальным количеством скважин. Ну а в более сложных условиях, например в прибрежных районах США, затраты на добычу 1 т нефти могут достигать и 90 долларов.



Современная буровая платформа, с которой производится подводная добыча нефти и газа, похожа на маленький городок.

На шельфе осуществляется также добыча и других полезных ископаемых «океанических» недр. Как правило, геологи имеют дело с месторождениями полезных ископаемых, являющимися продолжениями материковых. Так, например, обстоит дело с подводной добычей олова у полуострова Корнуолл (Великобритания). Здесь продуктивный горизонт уходит километра на полтора в море, тогда как вход в рудник Левант устроен на морском берегу. То же самое можно сказать о добыче железной руды во Франции (Дьелетт) и Финляндии (острова Стур-Юссарё и Нихамн в Аландском архипелаге). Известны подводные продолжения материковых месторождений цветных металлов в Швеции. Есть сведения об открытии месторождений никеля и меди подо дном Гудзонова залива. Крупный железорудный бассейн простирается почти подо всей акваторией Азовского моря. Перспективны для разработок шельфы Приморья, Сахалина, Камчатки, Чукотки.

Морские недра могут содержать и промышленные залежи серы. Связаны такие месторождения с особыми структурами — соляными куполами, характерными для нефтегазоносных районов. Подобные структуры открыты в акваториях Красного моря, Мексиканского и Персидского заливов. Пока разрабатывается только одно месторождение промышленного масштаба: Гранд-Айл в Мексиканском заливе. Добыча здесь ведется с буровых платформ, напоминающих сооружения нефтяников. В продуктивный пласт под давлением закачивается горячий пар, растворяющий серу; горячий расплав выкачивается потом на поверхность по трубам.■

Богаты океанские недра и углем. Известно около 60 подводных угольных шахт. Большинство из них расположено у берегов Великобритании; они обеспечивают около 10% национальной добычи угля. Вся юго-западная часть Северного моря занята угленосными отложениями каменноугольного возраста. Вероятно, это один из крупнейших в мире каменноугольных бассейнов. Тамошний уголь по качеству не уступает знаменитому рурскому. Разработан даже проект специального искусственного острова, с которого можно было бы проложить шахту под морские пучины.

Уменьшенный вариант такого сооружения построен на японском месторождении Убе. Кстати, около трети суммарной добычи угля в Японии приходится на подводное сырье. Обычно разработка подводных месторождений ведется при помощи наклонных шахт, уходящих с берега на несколько километров в море. Шахтные выработки проложены на глубинах до 150 м от поверхности морского дна.

У берегов Новой Шотландии (Канада) шахтеры опустились на еще большую глубину — почти в полкилометра. Подводные залежи углей разведаны у берегов многих стран, в частности Турции, Канады, Китая, Австралии, Чили.■

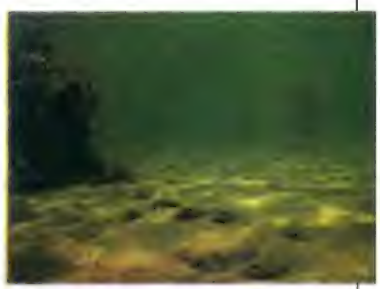


Морской лев.



Разработка прибрежных песков, содержащих окислы тяжелых металлов.

Перенос загрязнителей в грунт происходит за счет фильтраторов и седиментаторов. Фильтраторы — это такие живые существа, которые, пропуская через свой организм морскую воду, извлекают из нее взвешенные вещества и выбрасывают их на грунт в виде фекалий. Седиментаторы — это такие живые существа, которые аккумулируют взвеси в своем организме; с отмиранием этих существ накопленные в их организмах вещества переходят в осадок (седимент). Неизмеримо большее значение имеет образование животными комков незаглатываемого фильтрата.■



Бугры и норки на дне показывают, что в толще морского ила живет немало животных; часть из них способна концентрировать в своих организмах металлы, становясь как бы «живыми полезными ископаемыми».

Как показали специальные исследования, результаты которых были опубликованы в британской прессе в середине 80-х гг. XX в., за семинедельный рейс судна с командой в 45 — 50 человек за борт в среднем попадает 70 пивных банок, 320 картонных и бумажных пакетов, 165 целлофановых пакетов, 19 пластиковых мешков, по 2 пластиковые и металлические бочки, 245 стеклянных бутылок, 29 люминесцентных ламп, 2 газовых баллона и около 5200 жестяных консервных банок, а уж электроизоляторов, электронных плат, воздушных фильтров, мешков из джута и мешковины, пластмассовых пепельниц и корзин, кассет с фотопленкой и магнитными записями — и вовсе без счету.■



Загрязнители попадают в морскую среду вместе со сточными водами.

Океан нуждается в защите

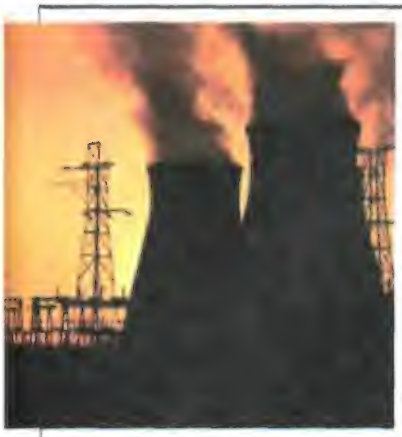
Безбрежен и велик Мировой океан. Неимоверно грозным является он людям в часы ненастий. И кажется тогда, что нет силы, которая справилась бы с могучей пучиной. Увы! Это впечатление обманчиво. Серьезная опасность угрожает океану: в океан, капля за каплей, устремляются чуждые океанской среде вещества, которые отравляют воду, уничтожают живые организмы.

Так что же это за опасность, нависшая над океаном? Это загрязнение, т. е. внесение человеком вещества или энергии в морскую среду, которое причиняет ущерб морским организмам, угрожает здоровью людей, делает морскую воду непригодной для использования и, конечно, губит красоту морских ландшафтов.

Загрязнение может быть механическим, тепловым, энергетическим, химическим. С **механическим загрязнением** знаком всякий, хоть однажды побывавший на морском берегу. Волны выносят на пляжи самые разнообразные предметы, брошенные либо снесенные с палуб кораблей, обрывки рыболовных сетей, предметы навигационной обстановки и др. Иногда (например, вдоль оживленных судоходных путей) выброшенный мусор окаймляет берег многометровыми валами.

При **тепловом загрязнении** значительно повышается естественный уровень температуры воды. В морских условиях тепловое загрязнение бывает только локальным. Вызывается оно сбросом нагретых сточных вод в районах крупных городов, стоками атомных электростанций (как, например, на восточном побережье США) и др. В экстремальных случаях температура воды может повыситься за короткий отрезок времени сразу на несколько градусов. При этом естественное равновесие в загрязненном районе нарушается, гибнут холодолюбивые организмы, их место занимает флора и фауна, чуждая данной акватории. Особенно губительно тепловое загрязнение для донных организмов.

Энергетическое загрязнение морской среды также проявляется, только локально. Оно происходит при проведении некоторых видов геофизических работ, во время которых создаются искусственные электрические или магнитные поля и энергия выбрасывается в окружающую среду. Например, когда ведут электроразведку на шельфе, может произойти поражение рыб электрическим током, а при сейсморазведке — поражение упругими колебаниями. В настоящее время экспериментально установлены зоны



Загрязнение океана продуктами промышленной деятельности человека может происходить через воздух.



Значительная часть прибрежных вод загрязняется с пляжей.

Океан принадлежит не только людям, поэтому мы должны постоянно учитывать интересы других живых существ, пользующихся его благами.



поражения морских организмов при различных видах работ и определены меры предосторожности, ограничиваются мощности источников энергии.■



Наиболее опасно для океанской среды и ее обитателей **химическое загрязнение**. Ежегодно от техногенных источников в атмосферу поступает до 25 млрд. т углекислого газа, около 190 млн. т угарного газа, около 110 млн. т двуокиси серы, около 70 млн. т окислов азота, свыше 50 млн. т углеводорода и т. д. Значительная часть этой массы загрязнителей выпадает вместе с атмосферными осадками на поверхность океанов. Величина ежегодного потока сухих солей, поступающего из атмосферы на поверхность океана, равна 900 млн. т, что в пересчете на квадратный метр океанической поверхности дает среднюю величину в 2,6 г. Только различных углеводородных соединений в морские бассейны Северного полушария ежегодно выпадает около 2,1 млн. т, Южного полушария — около 1,2 млн. т.

По подсчетам геологов, в Мировой океан ежегодно попадает около 28,5 млрд. т различных веществ. Основную массу их составляют взвеси, выносимые вместе с речным стоком, — 18 млрд. т. Еще примерно 4 млрд. т вещества выносится реками в растворенном виде. Бытовые отходы (не считая органического топлива) «обогащают» океанскую среду на 3 млрд. т. Такое же количество вещества дают океану ледники. Остальное приходится на долю частиц горных пород, вулканической пыли, твердых частиц, которые выбрасывают в атмосферу промышленные предприятия. Разумеется, далеко не вся эта масса расценивается как загрязнитель, однако в планетарном масштабе с водами рек в моря ежегодно сбрасывается более 320 млн. т соединений железа, 2,3 млн. т свинца, 14 млн. т фосфора. В результате сброса неочищенных сточных вод в реки ежегодно увеличивается в 2 раза выносимое с суши количество ртути, в 12 — 13 раз — свинца, меди, цинка.■

До 90% выносимых с суши взвешенных веществ остается на прибрежных мелководьях. Настоящими ловушками для взвесей становятся устьевые районы и взморья рек. На соседние участки береговой зоны наносы из подобных «ловушек» не попадают.

Избыток растворенных в воде питательных солей, поступающих в морские бассейны в результате смыва минеральных удобрений с сельскохозяйственных угодий, приводит к переудобренности шельфов. Тем самым человек как бы навязывает избыточное минеральное питание традиционно малоплодородным морским экосистемам, которые реагируют на это сначала бурными вспышками отдельных групп организмов, а затем исчезновением множества морских видов. Размножающимися организмами быстро потребляется растворенный в воде кислород, а без него гибнет практически весь животный мир шельфовой зоны. Разложение трупов животных ведет, в свою очередь, к сероводородному заражению, завершающему превращение прибрежных экосистем в зловонную мертвую зону.■

Для морских организмов и человека опасны более 30 химических элементов, большую часть из которых составляют переходные и тяжелые металлы, многие из которых могут накапливаться в организмах, достигая концентраций, в десятки и сотни тысяч раз превышающих их естественное содержание в морской воде. Накопление тяжелых металлов способно передаваться по пищевой цепи, так что потребители высшего трофического уровня переносят в свой организм все те количества загрязнителей, которые аккумулировались на нижнем уровне. Например, в 1 кг рыбы содержится столько же тяжелых металлов, сколько сконцентрировано в тысяче килограммов фитопланктона. Больше всего от загрязнения тяжелыми металлами страдают, естественно, воды внутренних морей у побережий промышленно развитых стран.■



Одним из наиболее опасных загрязнителей океанской среды является нефть (вместе с ее производными). Главными источниками загрязнения океана нефтью и нефтепродуктами считаются атмосферные осадки (около 3,3 млн. т), морской транспорт (около 2,1 млн. т в год) и речной сток (1,9 млн. т). Транспортное загрязнение можно разделить на повседневное (утечки, потери при погрузочно-разгрузочных операциях и доковании, слив промывочных вод и т. п.) и чрезвычайное (аварии).

Аварийные разливы нефти наносят огромный вред обитателям прибрежных вод. Если эти разливы велики, как, например, при катастрофах крупнотоннажных танкеров у берегов Великобритании (1967), французской Бретани (1978), Западной Африки (1980), Италии (1985) или Аляски (1989), когда в океан попадают десятки и сотни тысяч тонн нефти, тогда вред, причиненный прибрежной морской среде и ее обитателям, достигает таких размеров, что можно говорить об экологической катастрофе. И все-таки последствия подобного рода катастроф, к счастью, ограничены в пространстве. Другие источники загрязнения имеют глобальный характер. Речной сток включает в себя смыв нефтепродуктов с городских и портовых территорий. Среди прочих источников нефтяного загрязнения океана надо назвать промышленные стоки и сбросы загрязненных вод с прибрежных нефтеперерабатывающих заводов (0,8 млн. т), просачивание по трещинам из горных пород (0,6 млн. т), потери при морской добыче (0,1 млн. т). Таким образом, Мировой океан ежегодно принимает до 10 млн. т нефти и нефтепродуктов.■

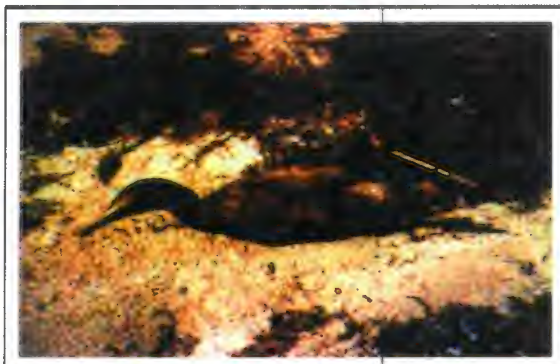
Поверхностная пленка — самый распространенный вид нефтяного загрязнения в океане. Один грамм разлившейся



Вылившаяся из поврежденного танкера нефть несет гибель всем морским обитателям.

Процессами эвтрофикации был вызван «красный прилив», наблюдавшийся летом 1988 г. на юго-западном побережье Балтики. Под этим названием скрывается необычайно бурное, подобное взрыву, размножение мелкой жгутиковой водоросли хризохромулины. Биологический взрыв был вызван обильным смывом с суши нитратов и фосфатов, а результатом его стало исчезновение ряда видов водорослей и зоопланктона, а также массовое отравление рыб. Хризохромулина при низком содержании в воде фосфора и высоком азота уже на ранних стадиях развития вырабатывает яд, который действует как активный репеллент, отпугивая питающийся этой водорослью зоопланктон. Когда количество яда увеличивается, он уничтожает рачков и водоросли.

Опасность «красных приливов» состоит не только в непосредственном отравлении затронутого ими морского побережья. Гораздо опаснее для человека то, что токсины передаются по всей пищевой цепочке морской экосистемы и в конечном счете достигают людей.■



Загрязнение нефтью гибельно не только для водных организмов, но и для обитающих на побережье птиц.

нефти может затянуть подобной пленкой 10 м² водной поверхности. Пленка препятствует газообмену между океаном и атмосферой, что влечет за собой обеднение морской воды кислородом, а также экранирует солнечные лучи, лишая водные организмы инфракрасного и ультрафиолетового излучения. Она препятствует испарению с поверхности океана и поглощению углекислого газа морской водой. Не будем забывать, что многие углеводородные соединения являются сильнодействующими ядами, к которым особенно чувствительны икра и молодь организмов, составляющих основу жизни в поверхностном слое океана, на границе раздела водной и воздушной сред. Как показывает анализ космических снимков, нефтяная пленка покрывает не менее 10% поверхности Мирового океана. Уже в 80-е гг. обширные нефтяные пятна окаймляли все заселенные побережья Мирового океана. Не миновала эта беда и российские акватории. Поверхностное нефтяное загрязнение прослеживалось в Балтийском и Азовском морях, в восточной части Черного моря, в Татарском проливе, на севере Японского моря, в районе Курил и тихоокеанского побережья Камчатки, в южных районах арктических морей.■

В течение десятилетий в некоторых районах Мирового океана осуществлялось захоронение особо опасных отходов промышленности (включая радиоактивные вещества), химических боеприпасов и прочих вредных для природной морской среды материалов. Немало подобной отравы хранится на дне Балтики. Многолетние ядерные испытания на Новой Земле привели к засорению радиоактивными материалами обширных акваторий Баренцева и Карского морей. В Мировой океан, особенно в его прибрежные районы, попадают фенолы, синтетические поверхностно-активные вещества, гербициды, полиароматические соединения и т. д., причем нередко превышаются нормы предельно допустимых концентраций этих веществ. В морской среде загрязнения рассеиваются, трансформируются и в конце концов оседают в донных отложениях. Все живые обитатели моря в той или иной мере способствуют разрушению или обезвреживанию разнообразных токсичных веществ. Ведущая роль в этих процессах принадлежит микроорганизмам. Многие виды бактерий, дрожжей, грибов и одноклеточных водорослей в процессе своей жизнедеятельности разрушают нефтепродукты и пестициды, а также обезвреживают некоторые токсичные тяжелые металлы. В итоге в морях, особенно в их прибрежных мелководных акваториях, происходят гигантские по масштабам процессы осветления воды, улучшения и поддержания ее качества на определенном уровне.

Тем не менее процессов самоочищения океану недостаточно. Поэтому человек должен прийти на помощь колыбели земной жизни.■



Морской конек.

С 1932 г. японская корпорация «Чиссо», производящая химические удобрения, пластмассы и фармацевтические продукты, сбрасывала неочищенные промышленные стоки в бухту Минамата, на западном побережье японского острова Кюсю. Долгое время загрязнение бухты не вызывало беспокойства ни у местных жителей, ни у властей. Но с 1956 г. в округе стали отмечаться случаи «крысиного бешенства»; у больных наблюдались нарушения речи и паралич конечностей. Как выяснили медики, причиной заболевания стала именно метилртуть, которая постепенно накапливалась в организмах обитавших в прибрежных водах рыб. В 1968 г. заболевание приняло характер эпидемии. Японское правительство объявило об экологической катастрофе. Был немедленно запрещен сброс в море промышленных стоков. Вход в бухту перекрыли сетями, чтобы предотвратить свободный выход в море зараженных рыб и закрыть здоровым косякам путь в загрязненные воды. В результате катастрофы 1022 человека умерли от ртутного отравления, а еще 750 будут страдать от последствий коварного яда до конца своих дней. Карантин бухты продолжался до весны 1998 г., когда местная администрация сочла, что процессы самоочищения морского водоема сделали свое дело, и дала распоряжение о снятии закрывавших бухту сетей и объявила рыб и моллюсков из бухты Минамата безвредными для здоровья людей.■



Воздушный океан

Воздушный океан — так образно называют атмосферу. Атмосфера (от греч. atmos – шар и sphaira – среда) — газовая оболочка, окружающая земной шар. Масса атмосферы примерно в миллион раз меньше массы Земли.

Газ, который образует атмосферу, называется воздухом. Как всякий газ, воздух занимает все свободное пространство, поэтому на поверхности земли нет места, где бы не было воздуха. У земли воздух удерживается силой тяжести. По мере увеличения высоты воздух становится все более разреженным. На высоте 100 км остается меньше одной миллионной (10^{-6}) доли общей массы атмосферы, однако полярные сияния, которые наблюдаются на высоте 1000 км, свидетельствуют о наличии там воздуха. Верхней границы у атмосферы нет, она постепенно переходит в космическое пространство.■

Аристотель (384 — 322 до н. э.) первым написал книгу об атмосферных явлениях и назвал ее «Метеорологика». Облака, дождь, град, снег, ветры, молнии и гром, бури и вихри, морские приливы и отливы, землетрясения и многие астрономические загадки были предметом его научных интересов. Аристотель объяснял эти явления как взаимодействие огня, воздуха, воды и земли. Божественные силы при этом не оказывали никакого влияния.■

СОСТАВ ВОЗДУХА У ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ					
Газ	**Азот** N_2	**Кислород** O_2	**Аргон** Ar	**Диоксид углерода** CO_2	**Другие газы**
% по объему	78,084	20,946	0,934	0,033	0,004

Воздух представляет собой смесь газов. При температурах, наблюдающихся на Земле, все составляющие воздуха находятся в газообразном состоянии и подчиняются закону идеальных газов.

В воздухе всегда присутствует водяной пар — газообразная фаза воды. При различных температурах и давлении водяной пар может находиться в атмосфере или в жидком состоянии (вода), или в твердом (лед). Поступает он в атмосферу главным образом с поверхности океанов и растительного покрова благодаря транспирации (от лат. trans – сквозь, через и spiro – дышу, выдыхаю).

В атмосферном воздухе соотношение газов естественного происхождения, кроме водяного пара, постоянно. Это относится как к основным га-





зам — азоту, кислороду и аргону, образующим 99,95% массы атмосферы, так и к малым газовым примесям — неону, гелию, метану, криптону, водороду и другим, содержание которых составляет десятитысячные, миллионные и миллиардные доли процента. Напротив, содержание диоксида углерода (CO_2 – углекислый газ) и озона (O_3) меняется в зависимости от сезона и места.

Общая масса этих газов небольшая, но они оказывают влияние на тепловой режим атмосферы и земной поверхности. Диоксид углерода интенсивно потребляется на суше растениями, а в океанах водорослями, которые в процессе фотосинтеза преобразуют его в живое вещество, служащее питанием животному миру.■

В доиндустриальную эпоху газовый состав атмосферы в течение многих сотен лет не менялся, но с началом индустриальной эпохи сжигание ископаемого топлива — угля, нефти, природного газа – привело к нарушению природного баланса и росту в атмосфере углекислого газа (частей на миллион): в 1890 г. – 295, в 1935 г. – 310, в 1962 г. – 320, в 1973 г. – 324, в 1991 г. – 330, в 1994 г. – 352, в 1996 г. – 363.

В химическом отношении углекислый газ пассивен (время жизни молекулы CO_2 – около 4,5 года), поэтому он может длительно находиться в атмосфере и накапливаться.

В атмосфере во взвешенном состоянии плавают мельчайшие твердые и жидкие частицы, называемые **аэрозолями**. Размер их составляет 0,001 — 5 мкм (микрометров).

К образованию аэрозолей приводят такие естественные процессы, как ветровое волнение над океанами, разбрызгивающее пену, ветровая эрозия горных пород и поднимаемая при этом пыль, лесные и торфяные пожары, вулканические извержения.

Кроме естественных аэрозолей в атмосфере находится большое количество аэрозолей индустриального происхождения. Это дымы промышленных предприятий, вентиляционные выбросы различных производств (например, цементных заводов), транспорта и т. д.

Концентрация аэрозолей весьма неравномерна: во всей атмосфере в целом аэрозолей естественного происхождения содержится во много раз больше, чем техногенных, а в промышленных районах наоборот.

За исключением водяного пара и аэрозолей, газовый состав воздуха постоянен до высоты около 100 км. Постоянство состава обусловлено сильным перемешиванием воздуха как по вертикали, так и по горизонтали.

По мере увеличения высоты преобладают более легкие газы. Кроме этого, под действием ультрафиолетовой солнечной радиации происходит расщепление молекул кислорода и малых газовых примесей на атомы. Начиная с высоты 800 км и выше преобладают водород и гелий. Некоторые молекулы и атомы благодаря столкновениям приобретают вторую космическую скорость и улетают в космическое пространство.■



Воздушный шар братьев Монгольфье.

Первая возможность поднять приборы в атмосферу появилась в 1783 г., когда братья **Монгольфье** изобрели воздушный шар. 1 декабря 1783 г. физик Ж. Шарль поднялся на воздушном шаре до высоты 3400 м и измерил там температуру, которая равнялась –8,8°С.■



Современные воздушные шары.

В 1731 г. рязанец **Крякутной**, надув дымом «поганым и вонючим» большой мешок, «от него сделал петлю, сел в нее, и нечистая сила подняла его выше березы». Окружающие не оценили его изобретения, обвинили в колдовстве, и он едва спасся. О его дальнейших опытах и судьбе больше ничего неизвестно.

Первый полет на аэростате в России совершил 30 июня 1804 г. (по ст. ст.) из Петербурга русский химик **Я. Д. Захаров** (1765 – 1836). Аэростат достиг высоты 2630 м и после 3,5 ч полета опустился близ деревни Сиворицы, в 60 км от Петербурга. Ученый зафиксировал в высшей точке подъема температуру +5,6°С.

Аэростатные измерения во Франции производили **Ж. Гей-Люссак** (1778 – 1850) и **Ж. Био** (1774 – 1862), в США **Джефрис** и **Уайз**, в Англии – **Уэлш** и **Глэшер**, сделавший измерения на высоте 8840 м и чуть не погибший при этом.

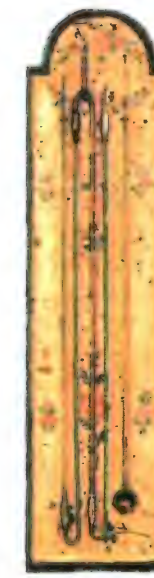
В России с приходом **М. А. Рыкачева** (1840/41 – 1919) в Главную физическую обсерваторию аэростатные подъемы в 1868 г. возобновились, а в 1880 г. им был организован воздухоплавательный отдел Русского технического общества.■

ДАВЛЕНИЕ, ВЕТЕР, ТЕМПЕРАТУРА, ВЛАЖНОСТЬ, ОБЛАКА, ОСАДКИ

Атмосфера оказывает давление на земную поверхность и все находящиеся в атмосфере предметы.

В соответствии с законом Б. Паскаля, в неподвижной атмосфере давление воздуха не зависит от ориентации поверхности, на которую оно действует, а определяется высотой поверхности. Высота отсчитывается от уровня моря. Под уровнем моря понимается средний уровень свободной поверхности воды в Мировом океане, определяемый за длительный период наблюдений.

Известный итальянский физик и математик **Э. Торричелли** (1608 – 1647), ученик Г. Галилея, изобрел **ртутный барометр**. С тех пор это основной прибор для измерения атмосферного давления. Он используется как эталонный и устанавливается на всех метеорологических станциях мировой системы наблюдений за погодой. В ртутном барометре вес столба ртути в запаянной сверху стеклянной трубке уравновешивается весом столба атмосферы от уровня барометра до верхней границы атмосферы. Таким образом, **атмосферное давление** есть вес вертикального столба воздуха, расположенного выше рассматриваемого уровня с основанием 1 м².



Старинный флорентийский ртутный барометр с термометром.

Давление измеряется в паскалях (1 паскаль — это сила в 1 ньютон, приходящаяся на площадь 1 м²). На практике в качестве единицы давления удобнее использовать сотни паскалей, или гектопаскаль (гПа).

Продолжают широко использоваться такие внесистемные единицы давления, как дюймы, миллиметры ртутного столба (мм рт. ст.), а в некоторых книгах употребляются также миллибары (мб).

Среднее атмосферное давление на уровне моря близко к 1013,3 гПа, или 760 мм рт. ст.■



Метеорологическая вышка для измерения скорости и направления ветра на нескольких уровнях в нижнем слое атмосферы.





Приборы в метеорологической будке.

Великий русский ученый **Д. И. Менделеев** (1834 – 1907) интересовался верхними слоями атмосферы, которые он называл «лабораторией погоды». В 1887 г. он поднялся на воздушном шаре из Клина для измерения температуры во время солнечного затмения и достиг высоты 3350 м.

Атмосферу изучали и с помощью приборов, которые находились на воздушных змеях. В России первые подъемы приборов были сделаны **В. В. Кузнецовым** осенью 1897 г. в Павловске, а в 1904 г. уже проводились ежедневные подъемы змейкового метеорографа. В дальнейшем этот метод не использовался.■

Флюгер для определения направления ветра.



Перемещение воздуха относительно земной поверхности – это ветер. Характеристиками ветра являются скорость и направление, откуда он дует. Направление определяется в румбах или градусах геодезического азимута. Скорость ветра меняется от нулевой при полном штиле до ураганной во время смерчей. Она может достигать 130 м/с. Для измерения скорости и направления ветра используется прибор — **анеморумбометр**, в котором в качестве датчика скоростей применяется пропеллер, а датчиком направления служит флюгарка, поворачивающая прибор в точку, откуда дует ветер. Быстрота вращения пропеллера и поворот флюгарки определяют скорость (м/с) и направление ветра (сторона горизонта, откуда дует ветер).

Температуру при метеорологических наблюдениях записывают в градусах по шкале Цельсия (t°C). При термодинамических расчетах используется абсолютная температурная шкала — шкала Кельвина (TK). Шкалы Цельсия и Кельвина имеют различные положения начала отсчета, соответствующего нулю градусов. Переход от шкалы Цельсия к шкале Кельвина прост: TK = 273,15 + t°C.

При измерениях температуры необходимо, чтобы термометрическая жидкость приняла температуру измеряемого тела, в нашем случае — воздуха. Для этого термометры помещают в специальные метеорологические будки с жалюзийными вертикальными стенками, через которые воздух свободно проходит и омывает термометр. Вместе с тем термометр защищен от падения прямых солнечных лучей, и нагревание термометра исключается. Таким образом он принимает температуру воздуха.

Присутствие водяного пара делает воздух влажным. Водяной пар, как и любой газ, обладает собственным давлением, которое вместе с давлением сухого воздуха составляет атмосферное. **Парциальное давление** водяного пара (собственное давление пара) характеризует влажность воздуха и измеряется в тех же единицах, что и атмосферное (гПа). Максимальное давление водяного пара зависит от температуры и называется **насыщающим**. Если влага продолжает попадать в атмосферу, а давление водяного пара равно насыщающему, происходит **конденсация** или **сублимация** водяного пара, и образуются капельки воды или кристаллы льда. Отношение фактического парциального давления к насыщающему при данной температуре называется **относительной влажностью** и выражается в процентах. Относительная влажность меняется от нуля для сухого воздуха до 100% при насыщенном водяном паре.

Измерения относительной влажности воздуха производят **гигрометром** — прибором, в котором используется обезжиренный человеческий волос, имеющий свойство изменять длину в зависимости от влажности: удлиняться во влажном воздухе и укорачиваться в сухом.



Один из видов волосяного гигрометра.

Наиболее влажный воздух наблюдается в приземном слое в экваториальном поясе. При удалении от земной поверхности влажность воздуха в безоблачной атмосфере стремительно уменьшается. Так, в слое атмосферы на высоте от 0 до 2 км содержится около 55% всего количества водяного пара, а в слое на высоте от 0 до 5 км — 90%. В стратосфере количество водяного пара составляет десятые или даже сотые доли процента от всего содержания влаги в атмосфере.■

Облака — это скопление мельчайших капелек воды или кристалликов льда, плавающих в воздухе и видимых человеческим глазом. Капли и кристаллы настолько малы, что их вес почти уравновешивается трением о воздух. Когда такие скопления образуются у поверхности земли, они называются **туманом**. Скорость падения капель в неподвижном воздухе равна нескольким миллиметрам в секунду, а скорость падения кристаллов еще меньше. Существующие в атмосфере вертикальные движения воздуха препятствуют выпадению капелек и кристалликов из облаков, и они длительное время плавают в воздухе, увлекаясь воздушными потоками и смещаясь то вверх, то вниз. При определенных условиях капли и кристаллы начинают расти и становятся настолько тяжелыми, что уже не удерживаются в облаке и выпадают в виде осадков. В других случаях, когда относительная влажность воздуха становится меньше 100%, капли и кристаллы испаряются и облака рассеиваются.■

Для образования облаков нужно, чтобы пар, содержащийся в воздухе, достиг насыщения. При подъеме пар охлаждается, конденсируется и образуются мельчайшие капельки воды и кристаллы. Это и есть облака. Если облака состоят только из капель воды и пара, то их называют **водяными**, если из пара и кристаллов льда — **кристаллическими**. А смешанные облака включают и водяной пар, и капли воды, и кристаллы.
Все облака, за небольшим исключением, образуются на разных высотах в тропосфере и принимают различные формы, которые отражают характер воздушных течений, несущих эти облака. Такова облачность, кото-



Подъем аэростатов с людьми был небезопасен, поэтому во Франции в 90-х гг. XIX в. начали поднимать шары из лакированной бумаги, наполненные светильным газом, к которым прикреплялись самопишущие приборы. Упавший вместе с шаром прибор доставляли выпускавшему за определенное вознаграждение. Выпущенный 20 октября 1895 г. шар-зонд достиг высоты 15,5 км и зафиксировал температуру –70°С.
Шары-зонды привели к замечательному открытию. Французский ученый-аэролог **Тейсеран де Бор** (1855 – 1913), исследовав более 540 подъемов шаров-зондов, доказал, что температура в атмосфере понижается от земной поверхности до высоты 8 – 9 км, а выше она перестает быстро понижаться, и на высоте 11 км понижение прекращается: выше 11 км температура постоянна.■



Туман.

Облака оказывают большое влияние на световой режим местности, а следовательно, на использование радиации в лечебных целях. Так, при слоисто-кучевых облаках происходят резкие изменения интенсивности солнечной радиации, увеличивается дозировка солнечных ванн.



Разорванно-кучевые облака.

В атмосферном воздухе всегда содержится водяной пар, который входит в состав воздуха, находящегося в легких. Выведение воды через легкие зависит от влажности атмосферного воздуха. В процессе прохождения воздуха через полость носа и дыхательные пути воздух нагревается и увлажняется.

Для человека относительная влажность 30 — 60% — гигиеническая норма.

Воздух с относительной влажностью менее 20% оценивается как сухой, от 71 до 85% — умеренно-влажный и более 85% — сильно влажный.

Повышенная влажность может вызывать у людей головные боли, сонливость, снижение настроения, боли в конечностях, сердцебиение. Интенсивность болей находится в прямой зависимости от содержания влаги в воздухе.■

рую мы наблюдаем с Земли в пределах видимого горизонта, т. е. в пределах радиусом примерно 5 км. С запуском искусственных спутников Земли появилось новое средство слежения за облачностью. Телевизионные и инфракрасные снимки облаков, получаемые с искусственных спутников Земли, позволяют наблюдать облачные системы, их развитие, перемещение, непрерывные изменения на огромных пространствах. Самое замечательное, что облачные системы фронтов, построенные синоптиками теоретически, на основе наблюдений с Земли за облаками, были блестяще подтверждены, когда стало возможно наблюдать эти системы со спутников. Кроме того, спутниковые изображения открыли многие новые облачные скопления размером от 20 до 200 км и подтвердили правильность классификации облаков, созданной по наблюдениям с Земли. Облака делают видимыми движения воздуха и процессы, происходящие в воздушных потоках. По этой причине в метеорологии уделяется большое внимание формам облаков и их классификации. Для того чтобы наблюдатели во всем мире на метеорологических станциях одинаковым образом определяли формы облаков, созданы Международная классификация облаков и Атлас облаков, принятые Всемирной метеорологической организацией.

Прежде всего облака разделяют по высотным слоям, так называемым ярусам, а затем по их строению и форме. В наиболее высоком и самом холодном верхнем ярусе от 6 до 13 км (в полярных широтах — от 3 до 8 км; в тропических — от 6 до 18 км) образуются кристаллические облака: перистые, перисто-кучевые и перисто-слоистые.

Перистые облака похожи на отдельные нити, коготки, запятые. **Перисто-кучевые** облака напоминают мелкие шарики и барашки, а **перисто-слоистые** представляют собой тонкую белую пелену, застилающую все небо или часть его. Перистые облака полупрозрачны и мало затеняют солнечный свет.

В среднем ярусе (от 2 до 7 км — в умеренных широтах; от 2 до 4 км — в полярных и от 2 до 8 км — в тропических широтах) существуют только две формы облаков — высокослоистые и высококучевые.

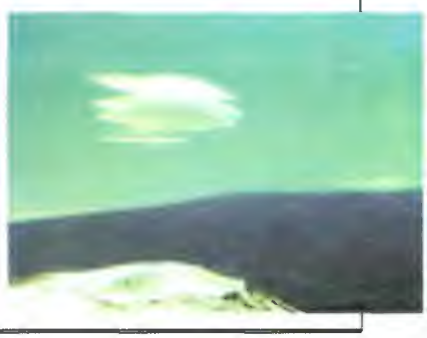
Высокослоистые облака представляют собой молочно-серый облачный покров, застилающий весь небосвод или часть его.

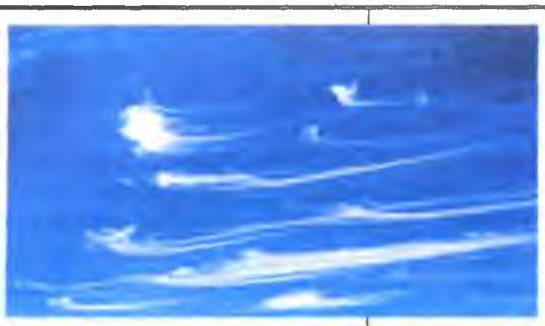


Журавли на фоне кучевых облаков.



Чечевицеобразные облака, образующиеся при натекании влажного воздуха на горы: на вершине возникает облачность, а в ложбине облако испаряется, принимая форму чечевицы.





Перистые облака.

По мнению ученых, биологическое воздействие осадков на человеческий организм в основном благотворно. Осадки вымывают из атмосферы загрязняющие примеси и аэрозоли, частички пыли, в том числе и те, на которых переносятся болезнетворные микробы. Ливневые осадки способствуют формированию отрицательных ионов в атмосфере: в теплый период года после грозы уменьшается вероятность инфекционных и аллергических заболеваний. Однако в последние десятилетия возникла проблема кислотных дождей, содержащих растворы серной, соляной и азотной кислот, которые образуются в результате выбросов в атмосферу оксидов серы, хлора и оксидов азота в процессе производственной деятельности человека. В результате такого загрязнения воды и почвы увеличивается подвижность алюминия, меди, кадмия, свинца. Избыток алюминия способствует развитию сравнительно новой, «алюминиевой» болезни окружающей среды и человека. Кислотные дожди усиливают коррозию металлов, оказывают неблагоприятное воздействие на произрастание сельскохозяйственных культур.■

Высокослоистые облака.



Через менее плотные его участки могут просвечивать Солнце и Луна, но только в виде размытых пятен. Через более плотные, обычно серые участки, Солнце и Луна не просвечивают. Эти облака смешанные.

Высококучевые же облака выглядят как система облачных гряд, состоящих из овалов в основном белого цвета, но с серыми основаниями. Они затеняют Солнце, но их толщина невелика. По краям овалов иногда наблюдается радужная окраска. Высококучевые облака всегда водяные.

В нижнем ярусе (на всех широтах – до 2 км от земли), различают три формы облаков: слоисто-дождевые, слоисто-кучевые и слоистые.

Слоисто-дождевые — это плотные свинцовые или темно-серые облака, из которых обязательно выпадают осадки: идет или обложной дождь, или обложной снег. Солнце и Луна сквозь них не просвечивают. Слоисто-дождевые — это смешанные облака.



Перисто-слоистые облака.

Слоисто-кучевые облака представляют собой длинные гряды облаков, состоящих из мощных светло-серых овалов с серыми основаниями, между которыми либо просвечивает небо, либо тонкая белая облачность, связующая валы.

Слоистые облака — это однородный серый слой плотных облаков, из которых ни дождь, ни снег не выпадают. Иногда может идти морось. И слоистые, и слоисто-кучевые облака – водяные.■

Осадки — это дождь, морось, снег, снежная и ледяная крупа, град, выпадающие из облаков на земную поверхность. Измеряются осадки в миллиметрах слоя воды, выпавшей на поверхность. Когда говорят, что выпало 10 мм осадков, это значит, что слой воды, покрывший земную поверхность, имел бы толщину 10 мм, если бы вода не стекала, не испарялась и не просачивалась в почву. Нетрудно догадаться, что 10 мм осадков – это 10 кг воды, выпавшей на 1 м^2. Осадки измеряются простыми приборами — **дождемерами**. Дождемер — это цилиндрическое ведро, в котором накапливаются осадки в течение 6 или 12 ч. К ведру прилагается дождемерный стакан, который позволяет измерять выпавшие осадки в миллиметрах слоя воды на квадратный метр. В случае твердых осадков (снег, град) их предварительно превращают в воду (растапливают). Кроме того, толщину слоя выпавшего снега определяют с помощью снегомерной рейки.

В умеренных широтах осадки идут только из смешанных облаков. Это происходит потому, что в смешанных облаках, где соседствуют водяной пар, капли воды и кристаллики льда, создаются условия для роста кристалликов.

Известно, что давление насыщенного водяного пара над водой больше, чем надо льдом, поэтому в смешанном облаке насыщенный для капелек воды водяной пар оказывается перенасыщенным для ледяных кристалликов, вследствие чего водяной пар конденсируется на кристалликах. При этом водяной пар становится ненасыщенным по отношению к каплям воды, и они начинают испаряться. В смешан-

ном облаке происходит перегонка водяного пара с капель на кристаллы льда. После того как капли и кристаллы льда вырастают до 20 — 60 мкм основную роль в их укрупнении начинает играть процесс слияния (коагуляции) облачных элементов, которому способствуют как столкновения, так и хаотическое (турбулентное) и броуновское движения, всегда существующие в облаке. Наиболее быстро процесс укрупнения облачных элементов происходит при сильных вертикальных движениях внутри облака. При быстром подъеме воздуха резко понижается температура, создается большое перенасыщение водяного пара не только над кристаллами льда, но и над каплями, которые также могут расти. Затем капли и кристаллы, поднятые на большую высоту восходящим потоком, падая, проходят большую толщу облака. В результате слияния и приморaживания кристаллами переохлажденных водяных капель облачные элементы вырастают до таких больших размеров, что они уже не способны удерживаться в облаке и выпадают на землю. Таким образом, если температура в слое под облаком ниже нуля, то идет снег, а если выше нуля — дождь.■

Есть такие непокорные облака, которые не соблюдают ярусов: они образуются внизу, затем простираются на всю высоту тропосферы. Это **кучево-дождевые** облака. Всем знакомы плотные с резко очерченными контурами ослепительно белые водяные облака, поднимающиеся вверх в виде куполов с серыми горизонтальными основаниями. Их гряды с просветами ясного неба — признак хорошей погоды в умеренных широтах, но при определенных условиях в тропосфере кучевые облака начинают быстро расти вверх, наслаиваясь купол над куполом и расширяясь по площади. За считанные минуты они охватывают всю тропосферу, и их верхние части принимают волокнистую перистообразную структуру. Облако становится кучево-дождевым. Перистообразная структура свидетельствует о том, что в верхней части образовались кристаллы и облако стало смешанным. Из кучево-дождевых облаков выпадают ливни, иногда град, с ними связаны электрические явления — молнии и гром, поэтому часто кучево-дождевые облака называют грозовыми, а также ливневыми.■





Высокослоистые облака.



Кучевые облака.



Кучево-дождевые облака.

Влияние температуры воздуха на теплоощушения человека зависит от влажности воздуха. В умеренных широтах для одетого человека наиболее комфортны сочетания плюсовой температуры 16 — 18°С и относительной влажности 40 — 50%. При влажности более 90% и температуре более +24°С наступает состояние крайней духоты.

При температуре воздуха свыше +30°С и относительной влажности более 75% часто возникает тепловой удар. Если ночная температура воздуха не опускается ниже +23°С, а относительная влажность – ниже 80%, вероятность теплового удара довольно велика.■

Строение атмосферы

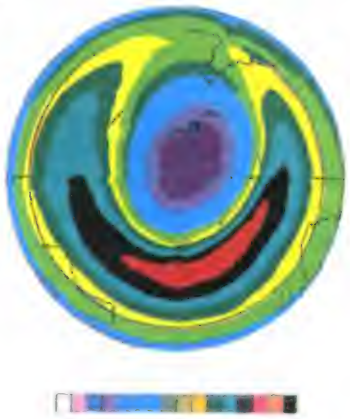
Атмосфера разделяется на слои по характеру изменения температуры воздуха с высотой, по газовому составу, по особенностям движения воздушных масс и взаимодействию с земной поверхностью и внешним космическим излучением.

По характеру изменения температуры воздуха с высотой в атмосфере выделяются тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера и экзосфера. **Тропосфера** в средних широтах простирается от земной поверхности до высот 10 — 12 км, а в тропиках — до 15 — 16 км. В тропосфере температура воздуха понижается с высотой в среднем на 0,65°С на 100 м. Выше тропосферы, на высотах 11 — 50 км, располагается **стратосфера**. Переходный слой между тропосферой и стратосферой называется тропопаузой. Типичное значение температуры на уровне тропопаузы −56,6°С, а в тропиках эта температура равна −80,5°С зимой и −66,5°С летом. В нижнем слое стратосферы наблюдается замедленное падение температуры с вертикальным градиентом больше 0,2°С на 100 м, а в верхних слоях – рост температуры. На верхней границе стратосферы температура составляет около 0°С. Выше стратосферы располагается отделенная от нее стратопаузой **мезосфера**, которая начинается с высоты около 50 км и простирается до высот 80 — 95 км. В мезосфере температура с высотой падает в среднем на 0,35°С на 100 м. В переходном от мезосферы к термосфере слое — мезопаузе — температура меняется от −85 до −90°С. В **термосфере**, выше мезопаузы, температура с высотой начинает расти, в основном вследствие поглощения кислородом ультрафиолетовой солнечной радиации с длинами волн короче 0,24 мкм, и на высотах 200 — 300 км достигает +1500°С, а затем остается постоянной.■

По газовому составу атмосфера делится на два слоя. Нижний слой толщиной около 100 км имеет одинаковое соотношение основных образующих его газов. Он называется **гомосферой**. Выше гомосферы, вплоть до внешней границы атмосферы, простирается **гетеросфера**. В гетеросфере с высотой под воздействием солнечного и космического излучения происходит изменение газового состава воздуха вследствие разложения сложных молекул на более простые составляющие их атомы. Этот процесс называется **фотодиссоциацией**. При этом возникают ионы, т. е. части разрушенной молекулы, обладающие электрическими зарядами, и электроны. Слои атмосферы, содержащие большое количество ионов, вместе с нейтральными молекулами образуют ионизированную



На переднем плане – перистые облака, на заднем – фронтальная облачная система.



Распределение общего содержания озона на поверхности земного шара по данным спутниковых измерений.

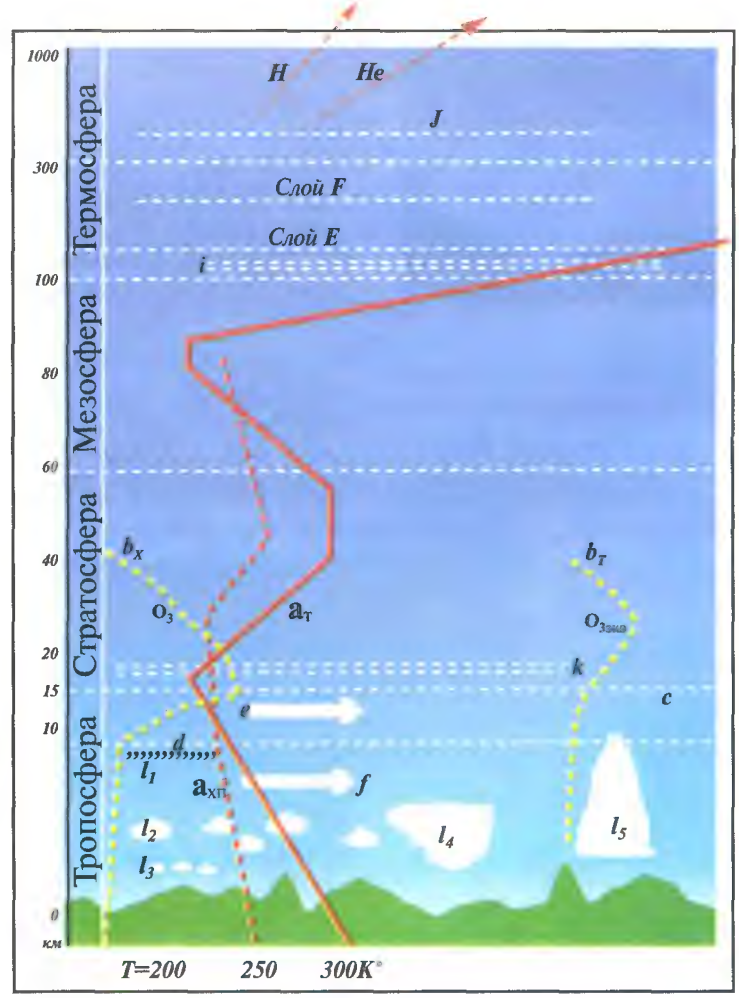
Подлинную революцию в изучении строения атмосферы произвел советский метеоролог **П. А. Молчанов** (1893 – 1941), который 1 января 1930 г. в Петербурге выпустил первый в мире радиозонд собственной конструкции. Прибор подвешивали к резиновому шару, наполненному водородом. Кроме метеорографа, измерявшего температуру, давление и влажность, он имел шифрующее устройство и радиопередатчик, который немедленно передавал на Землю измеренные значения метеорологических величин в пронизываемых радиозондом слоях атмосферы. За движением радиозонда следили с Земли, используя тогда теодолиты, а теперь – радиолокаторы. Радиозондирование сразу же получило широкое признание: стало возможно использовать получаемые измерения в службе прогнозирования погоды. Сейчас аэрологическая сеть насчитывает более 600 радиозондирующих станций, расположенных на материках и на островах в океане.■

Огромный шаг вперед в познании строения атмосферы, особенно над океанами, был сделан благодаря использованию метеорологических спутников, которые позволили измерять из космоса температуру, скорость ветра и содержание водяного пара. Для определения строения верхних слоев атмосферы современная наука обладает целым рядом методов.■

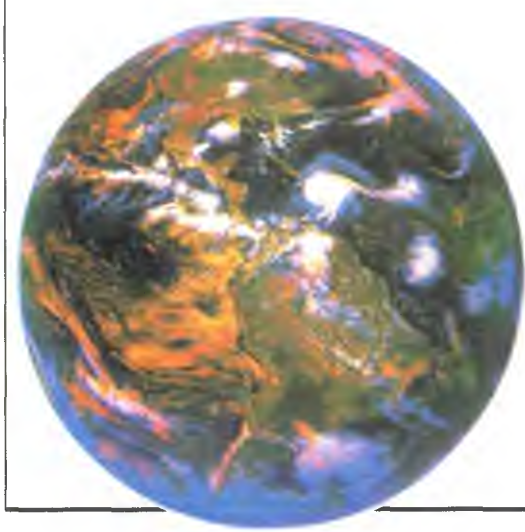
плазму с большой электропроводностью, но в целом нейтральную. Эти слои называются **ионосферой**, которая простирается от верхней части гомосферы до уровня 400 — 500 км. Начиная с высоты 800 км улетают в космическое пространство легкие газы – водород и гелий. Выше этого уровня, называемого **уровнем диссипации**, располагаются слои **экзосферы**, или внешней атмосферы. Отражение ионосферой радиоволн позволяет устанавливать на Земле устойчивую радиосвязь. Благодаря диссоциации молекул кислорода в верхних слоях атмосферы возникает атомарный кислород O. Его молекула, присоединяясь к двухатомному, образует в слое 15 — 70 км озон O_3 – трехатомный кислород. Максимальное содержание озона наблюдается на высоте около 20 — 25 км. Это слои называются **озоносферой**. Дело в том, что на этой высоте создаются оптимальные условия для его образования: большое поступление жесткого солнечного излучения — рентгеновского и коротковолнового ультрафиолетового и еще значительное присутствие там кислорода. Выше этого уровня содержание кислорода убывает. В более низких слоях атмосферы количество озона уменьшается вследствие уменьшения жесткого ультрафиолета (l < 0,200 мкм). Образовавшийся под воздействием этого излучения озон поглощает в свою очередь ультрафиолетовую радиацию более длинных волн, и до земной поверхности ультрафиолетовое излучение с длинами волн менее 0,29 мкм не доходит. В тропосфере содержание озона с высотой медленно возрастает и превышает на уровне тропопаузы (10 — 12 км) приземные значения примерно в 5 раз. На высоте около 23 км содержание озона больше приземного примерно в 100 раз. Общее содержание озона в вертикальном столбе атмосферы характеризуется толщиной слоя, который бы он образовал, если бы озон удалось выделить из атмосферы и привести к давлению 760 мм и температуре 0°С. Толщина слоя выражается в миллиметрах. Общее содержание озона в атмосфере меняется от 1,2 до 7,6 мм при среднем значении 2,91 мм.■

Строение атмосферы:

a_r – ход температуры с высотой в умеренных широтах; a_{xn} – ход температуры с высотой в Антарктиде; b_m – содержание азона в тропической стратосфере; b_x – содержание озона в полярных широтах; c – тропическая тропопауза; d – тропопауза умеренных широт; e – субтропическое струйное течение; f – струйное течение умеренных широт; l_1 – перистые облака; l_2 – высококучевые облака; l_3 – кучевые облака; l_4 – кучево-дождевые облака; l_5 – облака теплового фронта; k – слой стратосферных аэрозолей; j – уровень ускользающих водорода и гелия; E – первый максимум содержания электронов в ионосфере; F – второй максимум содержания электронов в ионосфере.



Облачность на фотографии Земли из космоса.



Солнце и атмосфера

Солнечная радиация — главный экологически чистый источник энергии практически для всех физических процессов, происходящих на Земле и в атмосфере. Энергия Солнца обусловливает жизнедеятельность организмов, возникновение облаков и осадков, перенос воздушных масс. Использование солнечной энергии имеет огромное значение в хозяйственной деятельности человека и служит залогом успеха в сельскохозяйственном производстве.

Солнце — самая близкая к нам звезда. Оно излучает в мировое пространство огромное количество энергии (~$4 \cdot 10^{26}$ Вт). На внешнюю границу атмосферы Земли поступает только 1/2200 000 000-я часть солнечного излучения.

Солнечное излучение распространяется по всем направлениям в виде электромагнитных волн со скоростью около 300 000 км/с. Распределение лучистой энергии по длинам волн называется **электромагнитным спектром**. Спектр излучения Солнца в широком диапазоне длин волн близок к спектру излучения абсолютно черного (т. е. полностью поглощающего падающую на него радиацию) тела при температуре около 6000 К. Такая высокая температура служит причиной того, что 99% всей энергии приходится на излучение с длинами волн от 0,10 до 4 микрометров (1 мкм = 10^{-6} м). Это излучение называется коротковолновой **солнечной радиацией**. Радиация с длинами волн от 0,40 мкм (фиолетовая) до 0,76 мкм (красная) воспринимается человеческим глазом. Таким образом, Солнце является источником не только энергии, но и света. Области солнечного спектра с длинами волн короче 0,40 мкм (ультрафиолетовая) и длиннее 0,76 мкм (инфракрасная) не видимы человеческим глазом.



Высоко в горах ярко-голубое небо.





Солнечный диск.

Солнце — источник жизни на Земле. Его воздействие на окружающий мир огромно. Поэт Александр Сумароков в 1760 г. писал:

О солнце, ты — живот и
красота природы,
Источник вечности и образ
божества!
Тобой жива земля, жив воздух,
живы воды,
Душа времен и вещества!■

Каждую секунду Солнце дает нам столько энергии, сколько выделилось бы при сжигании 3 млн. т бензина. За год Земля и атмосфера получают столько солнечной энергии, сколько требуется для того, чтобы растопить слой льда толщиной 36 м, покрывающий весь земной шар. Научиться использовать хотя бы небольшое количество неисчерпаемой энергии Солнца — одна из задач, стоящих перед человечеством. Уже сейчас в ряде мест земного шара на солнечной энергии успешно работают электростанции, паровые двигатели, холодильники, различные водонагревательные установки. С развитием новых технологий масштабы использования солнечной энергии будут расширяться.■

Раздел метеорологии, занимающийся изучением переноса и превращения солнечного, атмосферного и земного излучения (радиации) в атмосфере Земли, называется актинометрией. Слово актинометрия происходит от двух греческих слов: aktis — луч и metreo — измеряю.■

Закат Солнца.

На протяжении почти всей истории человечества люди поклонялись и обожествляли Солнце, что свидетельствовало о признании его благотворных свойств – света и тепла. В Древнем Египте несоизмеримость Солнца и Земли толковали как отношение бога и человека. Бога изображали то соколом, то человеком с соколиной головой, то солнечным диском, плавающим в ладье по небесному океану.■

Египетский фараон (период царствования 1368 – 1351 гг. до н. э.) **Аменхотеп IV** ввел новый культ – поклонение реальному, истинному Солнцу, т. е. видимому солнечному диску с его лучами, – Атону. Фараон изменил даже свое имя, став Эхнатоном (угодный Атону, солнечному диску). На памятниках бог изображается просто как диск с лучами. В гимнах Атону воспевается благотворное действие Солнца на человека и все живое:

Прекрасно светишь ты
на небосводе,
Ты, Атон живой и живший
изначально.
Когда восходишь ты с востока,
То наполняешь красою своею
все земли.
Светел ты, велик, блестящ и
высишься над всеми землями.
Лучи твои обнимают земли
И все, что ты создал на них.■

На египетских памятниках бог изображается просто как диск с лучами.



На верхней границе атмосферы почти половина солнечной энергии (47%) приходится на достаточно узкий видимый участок спектра. Максимум в спектре Солнца также лежит в видимой области — в ее зелено-голубой части на длине волны 0,475 мкм. Инфракрасная радиация составляет 44%, а ультрафиолетовая — всего 9%.

Земля вращается вокруг Солнца по своей орбите так, что ось вращения образует с плоскостью орбиты угол 66,5°. Наклоном оси вращения и объясняется смена времен года, а также неодинаковая продолжительность дня и ночи на различных широтах. Вращение Земли вокруг собственной оси приводит к смене дня и ночи.

Расстояние Земли от Солнца в среднем равно 149,6 млн. км. Земля вращается вокруг Солнца по орбите, представляющей собой слабовытянутый эллипс, в одном из фокусов которого находится Солнце, поэтому расстояние между Землей и Солнцем все время меняется. В результате этого в начале января Земля получает на 3,3% больше, а в начале июля на 3,3% меньше радиации, чем при среднем расстоянии. Таким образом, зимой в Северном полушарии на Землю поступает больше радиации (максимально на 6,6%), чем зимой в Южном полушарии, а летом – наоборот.■

Количество радиации, поступающее на единицу поверхности в единицу времени, называется **энергетической освещенностью**, которая измеряется в ваттах (Вт) на 1 м^2. На верхней границе атмосферы на единицу площади, расположенной перпендикулярно солнечным лучам, при среднем расстоянии Земли от Солнца приходит 1,367 кВт/м^2 (1 кВт/м^2 = 1000 Вт/м^2). Эта величина называется **солнечной постоянной**. Спутниковые измерения показали, что ее изменения невелики и она действительно практически постоянна. Радиация, поступающая непосредственно от диска Солнца в виде параллельных лучей, называется **прямой солнечной радиацией**. Приход ее на горизонтальную поверхность пропорционален синусу угла падения солнечных лучей.

Попадая в атмосферу, прямая радиация претерпевает существенные изменения. Частично она поглощается различными газами, входящими в состав воздуха (озон O_3, водяной пар H_2O, углекислый газ CO_2), и аэрозолями (особенно сильно – частицами сажи), а также рассеивается молекулами воздуха, аэрозолями и облачными частицами.

Поглощение прямой солнечной радиации различных длин волн неодинаково. Наиболее существенно ультрафиолетовая радиация поглощается стратосферным озоном, а радиация красной и инфракрасной областей спектра — водяным паром, основная часть которого сосредоточена в нижней тропосфере. Из-за наличия озонового слоя в стратосфере коротковолновая граница солнечного спектра обрывается на длине волны 0,29 мкм, а радиация с длинами волн короче 0,32 мкм приходит к земной поверхности сильно ослабленной.

Озон и углекислый газ имеют слабые полосы поглощения в видимом и инфракрасном участках спектра. Водяным паром и аэрозолями поглощается около 15% солнечной радиации, облаками — примерно 5%, а озоном — 3%.■

Часть прямой солнечной радиации рассеивается по всем направлениям молекулами воздуха и аэрозолями, каплями и кристаллами, образующими облака: вниз – к земной поверхности и вверх – в космос. **Рассеянная радиация** в отличие от прямой поступает на земную по-



верхность из всех точек небесного свода. Рассеивание в атмосфере солнечной радиации способствует освещению тех мест, куда не попадают прямые солнечные лучи. Наиболее сильно рассеивается радиация коротких длин волн и тем сильнее, чем меньше размеры рассеивающих частиц. Самыми мелкими частицами в атмосфере являются молекулы воздуха (10^{-4} мкм). Только на очень крупных аэрозольных частицах, каплях и кристаллах облаков (1 — 2 мкм) радиация всех длин волн рассеивается одинаково. Поэтому у земной поверхности максимум в спектре рассеянной радиации приходится на синие лучи, в то время как в спектре прямой радиации он смещается на желто-зеленые. Голубой цвет неба — это цвет чистого, незапыленного воздуха. С увеличением высоты цвет неба становится более синим. В стратосфере, где рассеивание происходит в основном только на молекулах воздуха, а плотность его невелика, цвет неба черно-фиолетовый. По наблюдениям космонавтов, на высотах 300 км небо черное, при этом даже днем хорошо видны звезды. При сильном замутнении воздуха крупными аэрозольными частицами цвет неба становится белесым. По этой же причине освещенные Солнцем облака мы видим белыми.■

Несмотря на то что доля ультрафиолетовой радиации (УФР) составляет всего несколько процентов в общем объеме солнечного излучения, достигающего поверхности Земли, она оказывает существенное влияние на живые организмы, окружающую среду и климат. Наибольшей биологической активностью обладает радиация с длинами волн короче 0,32 мкм. В умеренных дозах она оказывает благотворное действие, например, способствует образованию витамина D, недостаток которого приводит к развитию рахита. Большие дозы коротковолновой УФР, получаемые в течение многих лет, могут привести к образованию рака кожи, катаракты, разрушению иммунной системы человека и животных.■

Ослабление солнечной радиации существенно зависит от пути, проходимого ею в атмосфере. Меньше всего этот путь при высоте Солнца 90°, когда оно стоит в зените. Однако такие условия наблюдаются лишь на экваторе в дни солнечных равноденствий, на широте тропиков ($\varphi = 23°27'$) в день летнего солнцестояния и на промежуточных между экватором и тропиками широтах дважды в период между весенним и осенним равноденствиями. Чем ниже высота Солнца, тем больший путь проходит радиация в атмосфере и тем сильнее она ослабляется. При высоте Солнца 30° путь солнечных лучей удваивается по сравнению с высотой Солнца 90°, а сразу же после восхода и перед заходом Солнца этот путь возрастает в десятки раз. У горизонта Солнце становится почти красным. Это означает, что в его спектре присутствует главным образом красная и инфракрасная радиация. Выше всего Солнце стоит в полдень, поэтому на это время дня приходится максимум солнечной радиации. Наибольшие величины прямой радиации, поступающей на горизонтальную поверхность, наблюдаются при больших высотах Солнца в малозапыленном воздухе. Например, в Москве при высоте Солнца 56° она составляет 0,80 кВт/м², а в горах на высотах 4 — 5 км может достигать 1,00 кВт/м².





Глаза некоторых животных воспринимают инфракрасное излучение и видят ночью, а глаза многих видов насекомых чувствительны к ультрафиолетовому излучению. Например, пчелы могут видеть в ультрафиолетовой области спектра до 0,30 мкм. Многие цветы, которые нам кажутся белыми, пчелами воспринимаются как цветные. Это обусловлено тем, что от белого предмета отражается не вся падающая на него радиация ввиду поглощения ультрафиолетовых лучей, а это эквивалентно потере голубого и получению ощущения желтого цвета.

Сумма прямой и рассеянной радиации, приходящей на горизонтальную поверхность, называется **суммарной радиацией**. В летний полдень в Москве при безоблачном небе на долю прямой радиации приходится 80%, на долю рассеянной — всего 20%. Максимум суммарной радиации наблюдается летом при ярких белых кучевых облаках, не закрывающих диск Солнца. При сплошной плотной облачности прямая радиация не доходит до земной поверхности и суммарная радиация равна рассеянной. Солнечная радиация, поступающая на земную поверхность, частично ею отражается. Отражательные свойства той или иной поверхности определяются ее цветом, шероховатостью, увлажненностью и характеризуются величиной **альбедо** (от лат. albedo — белизна). Альбедо — это как бы степень белизны. Эта величина определяется в процентах и показывает, какая часть падающей радиации отражается от поверхности. Поверхности, имеющие светлую, особенно белую, окраску, в основном отражают солнечную радиацию. Чем темнее окраска поверхности, тем большую часть солнечной радиации она поглощает и тем самым нагревается. Сажа, например, почти полностью поглощает падающую на нее радиацию. Гладкие поверхности отражают больше солнечных лучей, чем шероховатые. Увлажнение поверхности уменьшает их отражательную способность.■



Очень высокие значения альбедо заснеженных поверхностей горных склонов могут привести к «снежной слепоте». Для защиты глаз необходимо пользоваться солнцезащитными очками.

Самые высокие значения альбедо (90 — 95%) отмечаются у свежевыпавшего чистого и сухого снега вдали от промышленных районов, например в Арктике и Антарктиде. Поскольку снежный покров редко бывает совершенно чистым, то его альбедо, как правило, не превышают 70 — 80%, а в случае влажного загрязненного снега уменьшаются до 50% и ниже. Альбедо светлых песчаных почв составляет 40%; влажных черноземных почв — 5%; растительного покрова — 10 — 25%. Альбедо поверхности Мирового океана в среднем равно 5 — 20%. Отражение прямой радиации от гладкой водной поверхности зависит от угла падения солнечных лучей. При больших высотах Солнца альбедо здесь составляет всего несколько процентов, так как значительная часть приходящей радиации проникает в верхние слои водоемов и там в основном поглощается. При низких высотах Солнца, когда лучи зеркально отражаются от водной поверхности и не проходят вглубь, альбедо увеличивается до 70%. Альбедо водных поверхностей для рассеянной радиации составляет 5 — 10%. Альбедо верхней поверхности облаков может достигать 70 — 80%, составляя в среднем 50 — 60%. Часть отраженной от земной поверхности радиации переотражается молекулами воздуха, аэрозолями и особенно облаками и возвращается к ней в виде дополнительного потока рассеянной радиации.■

Озоновый слой – естественный щит Земли, оберегающий ее от «жесткой» солнечной радиации. Благодаря ему возможно существование жизни на Земле. В настоящее время ученые обеспокоены сокращением озонового слоя. Известны озоновые «дыры» над Антарктидой.■

Солнце — искусный художник. Благодаря ему мы видим такие неповторимые оптические явления, как радуга, венцы (светлые туманные кольца вокруг диска Солнца или Луны) и различные формы гало (от греч. halos – круг, диск), т. е. светлые круги, диски, столбы, вокруг или вблизи дисков Солнца и Луны. Еще задолго до того, как ученые античного мира задумались над законами преломления света, эти оптические явления простые люди толковали по-своему. Так, радугу древние греки считали атрибутом посланницы богов Ирис, возвещающей о победе света над тьмой, а вавилоняне знали, что круг около Солнца предвещает дождь.■

Закат Солнца на Волге.



Парниковый эффект атмосферы

В настоящее время все более актуальным становится вопрос об изменении климата Земли в результате воздействия хозяйственной деятельности человека. Особую тревогу вызывает увеличение концентрации парниковых газов в атмосфере, которое приводит к нагреванию поверхности Земли и нижней атмосферы и, возможно, является одной из основных причин наблюдаемого в последние десятилетия потепления климата.

Часть солнечной радиации, оставшаяся после отражения, поглощается земной поверхностью и переходит в тепло. Как известно, всякое тело, имеющее температуру, отличную от абсолютного нуля (–273°С), является источником излучения. Чем выше температура тела, тем больше энергии и тем более короткие длины волн оно излучает. Температура земной поверхности значительно ниже температуры на поверхности Солнца и колеблется от 190 до 350 К. В соответствии с этими температурами земная поверхность излучает длинноволновую радиацию в области спектра 4 — 120 мкм. Эта радиация называется **собственным излучением земной поверхности**.

Атмосфера нагревается в результате сравнительно малого поглощения коротковолновой солнечной радиации и сильного поглощения собственного излучения земной поверхности. Кроме того, атмосфера получает тепло от земной поверхности путем теплопроводности и при конденсации водяного пара. Нагретая таким образом атмосфера излучает инфракрасную радиацию примерно в том же диапазоне длин волн, что и земная поверхность. Атмосферная радиация, направленная вниз, называется **встречным излучением**.

Атмосфера защищает Землю от чрезмерного нагревания и охлаждения: она играет роль «одеяла», удерживающего тепло. При отсутствии атмосферы температура земной поверхности была бы –23°С, при которой жизнь на Земле практически невозможна. Благодаря же атмосфере она равна +15°С.

В настоящее время за концентрацией углекислого газа ведутся наблюдения примерно на 40 станциях, расположенных в различных точках земного шара. Наиболее длительными регулярными измерениями содержания углекислого газа в атмосфере (с 1957 г.) располагает обсерватория Мауна-Лоа (Гавайские острова).■

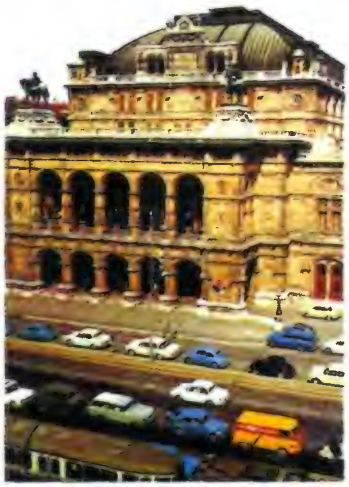


В атмосфере ежегодно растет содержание метана, закиси азота, тропосферного озона и фреонов соответственно на 0,9; 0.3; 1 — 2 и 4%. Время жизни метана, закиси азота и тропосферного озона в атмосфере – соответственно 10, 170 лет и несколько недель.

Эти газы прозрачны для приходящей коротковолновой солнечной радиации, но поглощают и излучают длинноволновую радиацию, тем самым оказывая влияние на глобальный климат.■



Выбросы промышленных предприятий увеличивают загрязнение атмосферы.



В атмосферу поступают газы, не являющиеся ее естественными компонентами. Главные из них — фторхлоруглеводороды (фреоны). Фреоны обладают сильными полосами поглощения в окне прозрачности 8 — 12 мкм и, следовательно, могут вносить заметный вклад в парниковый эффект атмосферы. Все присутствующие в атмосфере фреоны имеют антропогенное происхождение. Увеличение фреонов происходит в основном за счет использования их в холодильных установках, кондиционерах, растворителях и аэрозольных баллонах, а также при производстве пенопластов. По оценкам, время их жизни в атмосфере — 80 — 170 лет. Производство фреонов началось за несколько лет до Второй мировой войны. В последние десятилетия стало известно, что эти газы разрушают озоновый слой.■

Рядом стран, в число которых входит и Россия, подписана конвенция об охране озонового слоя. На основании этой конвенции было принято решение о сокращении, а затем и прекращении выпуска фреонов. Промышленность некоторых стран начала производить их заменители.■

Выбросы самолетов — одна из возможных причин увеличения в атмосфере закиси азота.

Это свойство атмосферы называют **парниковым эффектом** по аналогии с теплицами и оранжереями, сохраняющими внутреннее тепло для растений. Таким образом, в дополнение к поглощенной солнечной радиации встречное излучение атмосферы — важный источник тепла для земной поверхности. С увеличением облачности встречное излучение возрастает, поскольку сами облака сильно излучают длинноволновую радиацию. Газы, создающие в атмосфере экран, задерживающий инфракрасные лучи, и способствующие в результате этого нагреванию поверхности Земли и нижних слоев атмосферы, называются **парниковыми**. Они присутствовали в атмосфере в незначительном количестве почти на всем протяжении истории Земли.■

Наиболее значимый природный парниковый газ – водяной пар H_2O. Он поглощает и излучает длинноволновую инфракрасную радиацию в диапазоне длин волн 4,5 — 80 мкм. Влияние водяного пара на парниковый эффект является определяющим и создается преимущественно полосой поглощения 5 — 7,5 мкм. Тем не менее часть излучения поверхности Земли в областях спектра 3 — 5 мкм и 8 — 12 мкм, называемых **окнами прозрачности**, уходит сквозь атмосферу в мировое пространство.

Парниковый эффект водяного пара усиливается полосами поглощения углекислого газа, который попадает в атмосферу в результате вулканической деятельности, естественного круговорота углерода в природе, гниения органических веществ в почве при нагревании, а также человеческой деятельности, главным образом вследствие сжигания ископаемого топлива (угля, нефти, газа) и уничтожения лесов.

Помимо углекислого газа в атмосфере увеличивается содержание таких парниковых газов, как метан, закись азота и тропосферный озон. Метан поступает в атмосферу из болот и глубоких трещин в земной коре. Увеличению его концентрации способствуют развитие сельскохозяйственного производства (особенно расширение обильно орошаемых рисовых полей), увеличение поголовья скота, сжигание биомассы и добыча природного газа. Концентрацию закиси азота увеличивают использование азотных удобрений, выбросы самолетов, а также процессы окисления. Озон в тропосфере увеличивается в результате химических реакций под действием солнечных лучей между углеводородами и окислами азота, образовавшимися вследствие сжигания ископаемого топлива. Концентрация этих газов возрастает быстрее, чем концентрация углекислого газа, и в будущем их относительный вклад в парниковый эффект атмосферы может увеличиться. Росту парникового эффекта атмосферы способствует также увеличение концентрации сильно поглощающего аэрозоля индустриального происхождения (сажа) с радиусом частиц 0,001 — 0,05 мкм.

Увеличение в атмосфере Земли содержания парниковых газов и аэрозолей может значительно повысить глобальную температуру и вызвать другие климатические изменения, экологические и социальные последствия которых пока трудно предсказать.■



Тепловой баланс земной поверхности

Чтобы правильно оценивать степень нагрева и охлаждения различных земных поверхностей, рассчитывать испарение на водохранилищах, определять изменения влагозапаса в почве, разрабатывать методы по прогнозированию замерзания водоемов, а также оценивать влияние мелиоративных работ на климатические условия приземного слоя воздуха, необходимы данные о тепловом балансе земной поверхности.



Гребень Большого Кавказа, освещенный солнцем.

Земная поверхность непрерывно получает и теряет тепло в результате воздействия разнообразных потоков коротковолновой и длинноволновой радиации. Поглощая в большей или меньшей степени суммарную радиацию и встречное излучение атмосферы, земная поверхность нагревается и излучает длинноволновую радиацию, а значит, теряет тепло. Величиной, характеризующей потерю тепла земной поверхностью, является **эффективное излучение**. Оно равно разности между собственным излучением земной поверхности и встречным излучением атмосферы. Поскольку встречное излучение атмосферы всегда несколько меньше земного, то эта разность положительна. В дневные часы эффективное излучение перекрывается поглощенной коротковолновой радиацией. Ночью же, при отсутствии коротковолновой солнечной радиации, эффективное излучение понижает температуру земной поверхности. В облачную погоду в связи с увеличением встречного излучения атмосферы эффективное излучение гораздо меньше, чем в ясную. Меньше и ночное охлаждение земной поверхности. В средних широтах земная поверхность теряет через эффективное излучение примерно половину того количества тепла, которое она получает от поглощенной радиации.



Западная Сибирь.

Приход и расход лучистой энергии оценивают величиной **радиационного баланса** земной поверхности. Он равен разности между поглощенной солнечной радиацией и эффективным излучением, от него зависит тепловое состояние земной поверхности — ее нагревание или охлаждение. Днем радиационный баланс почти все время положителен, т. е. приход тепла превышает расход. Ночью радиационный баланс отрицателен и равен эффектив-



Выжженная солнцем саванна имеет высокое альбедо.

Идея исследования теплового баланса земной поверхности принадлежит русскому климатологу и географу **А. И. Воейкову** (1842 – 1916). В своей монографии «Климаты земного шара, в особенности России» (1884) он писал: «Я думаю, что одна из важнейших задач физических наук в настоящее время — ведение приходо-расходной книги солнечного тепла, получаемого земным шаром с его воздушной и водяной оболочкой. Нам нужно знать: сколько получается солнечного тепла у верхних границ атмосферы, сколько его идет на нагревание атмосферы, на изменение состояния примешанного к ней водяного пара; затем какое количество достигает поверхности суши и вод, какое идет на нагревание различных тел, какое на изменение их состояния (из твердого в жидкое и из жидкого в газообразное), на химические реакции, особенно сопряженные с органической жизнью; затем нужно знать, сколько тепла Земля теряет посредством излучения в небесное пространство и как идет эта потеря...».■

Большую роль в поддержании теплового равновесия земной поверхности играют процессы горизонтального перераспределения тепла воздушными и морскими течениями. Из этих процессов наибольшее значение имеет передача тепловой энергии от низких широт к высоким, обусловленная неоднородностью нагревания поверхности Земли. Теплые воздушные массы, попадая из низких широт в высокие, отдают там свое тепло более холодной земной поверхности и повышают температуру воздуха. Перенос холодного воздуха в низкие широты, напротив, приводит к ее понижению.

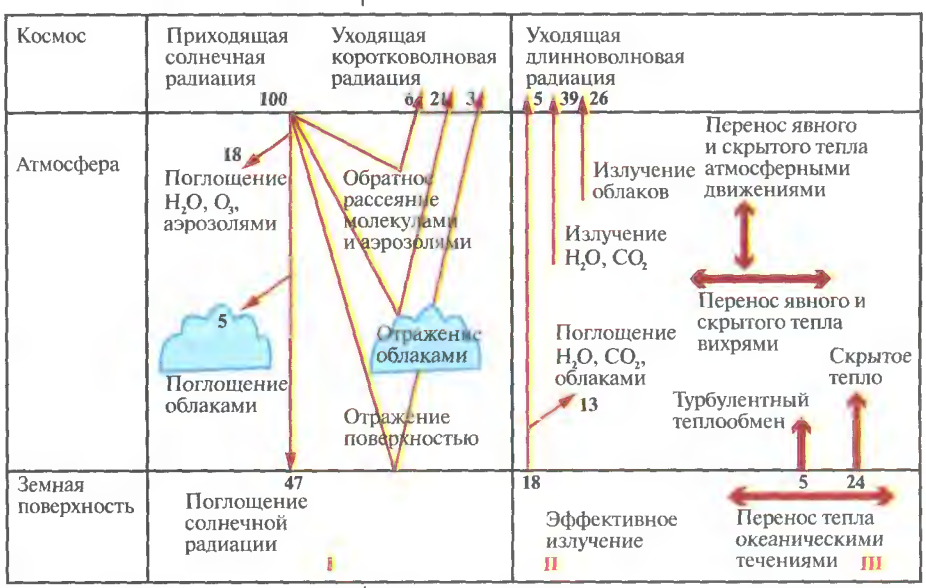
Процесс переноса воздуха из одних широт в другие (адвекция воздуха) способствует более равномерному распределению тепла по земному шару. При отсутствии такого переноса средняя годовая температура воздуха на полюсах была бы –44°С, а на экваторе +39°С. В действительности она равна соответственно –22°С и +26°С.■

ному излучению. Годовые значения радиационного баланса земной поверхности, за исключением самых высоких широт, повсюду положительны. Этот избыток тепла расходуется на нагревание атмосферы путем турбулентной теплопроводности, на испарение, на теплообмен с более глубокими слоями почвы или воды.

Если рассматривать температурные условия за длительный период (год или лучше ряд лет), то земная поверхность, атмосфера в отдельности и система «Земля – атмосфера» находятся в состоянии теплового равновесия. Их средняя температура из года в год мало меняется. В соответствии с законом сохранения энергии можно считать, что алгебраическая сумма потоков тепла, приходящих на земную поверхность и уходящих от нее, равна нулю. Это и есть уравнение теплового баланса земной поверхности. Его смысл состоит в том, что радиационный баланс земной поверхности уравновешивается нерадиационной передачей тепла. В уравнении теплового баланса, как правило, не учитываются (ввиду их малости) такие потоки, как тепло, переносимое выпадающими осадками, расход энергии на фотосинтез, приход тепла от окисления биомассы, а также расход тепла на таяние льда или снега, приход тепла от замерзания воды.■

Тепловой баланс системы «Земля – атмосфера» за длительный период также равен нулю, т. е. Земля как планета находится в тепловом равновесии: приходящая на верхнюю границу атмосферы солнечная радиация уравновешивается уходящей в космос радиацией с верхней границы атмосферы.

Если принять приходящую на верхнюю границу атмосферы солнечную радиацию за 100%, то из этого количества 32% рассеивается в атмосфере. Из них 6% уходит обратно в мировое пространство. Следовательно, к земной поверхности в виде рассеянной радиации поступает 26%; 18% радиации поглощается озоном, водяным паром, аэрозолями и идет на нагревание атмосферы; 5% поглощается облаками; 21% радиации уходит в космос в результате отражения от облаков. Таким образом, приходящая к земной поверхности радиация составляет 50%, из которых на долю прямой радиации приходится 24%; 47% поглощается земной поверхностью, а 3% приходящей радиации отражается обратно в мировое пространство. В результате с верхней границы атмосферы в космическое пространство уходит 30% солнечной радиации. Эту величину называют **планетарным альбедо Земли**. Для системы «Земля – атмосфера» через верхнюю границу атмосферы уходит обратно в космос 30% отраженной и рассеянной солнечной радиации, 5% земного излучения и 65% излучения атмосферы, т. е. всего 100%.■



Средний тепловой баланс системы «Земля – атмосфера»: I – коротковолновая радиация; II – длинноволновая радиация; III – нерадиационный обмен.

Погода и наблюдение за ней

Мы часто слышим, как люди говорят «хорошая погода», «плохая погода», и каждый понимает это по-своему. А ведь за этими словами — разные состояния атмосферы.

Погода формируется не только у земной поверхности, но и во всем слое атмосферы до высоты 30 — 40 км. Специальными приборами, поднимающимися в атмосферу, — радиозондами, измеряют температуру, влажность, скорость и направление ветра по всей толще этого слоя. Как правило, эти измерения делают два раза в сутки: в 00 и 12 ч по Гринвичскому среднему времени. Наблюдения за погодой ведутся на всем земном шаре. Для этого существует программа, принятая всеми государствами, которая называется «Всемирная служба погоды».■

В тропических циклонах скорость ветра превышает 33 м/с, а судя по разрушениям, она может достигать у поверхности земли 100 м/с. Когда же воздух неподвижен, то говорят, что наблюдается штиль. Для больших городов продолжительный штиль — это бедствие, так как при отсутствии ветра в нижнем слое атмосферы, где мы живем, скапливаются вредные вещества.■



Кучевые облака.



Поэт говорит: «Мороз и солнце — день чудесный», а метеочувствительный человек жалуется на холод и головную боль. И таких примеров можно привести сколько угодно. А потому не стоит судить о состоянии атмосферы по самочувствию людей и их отношению к временам года.

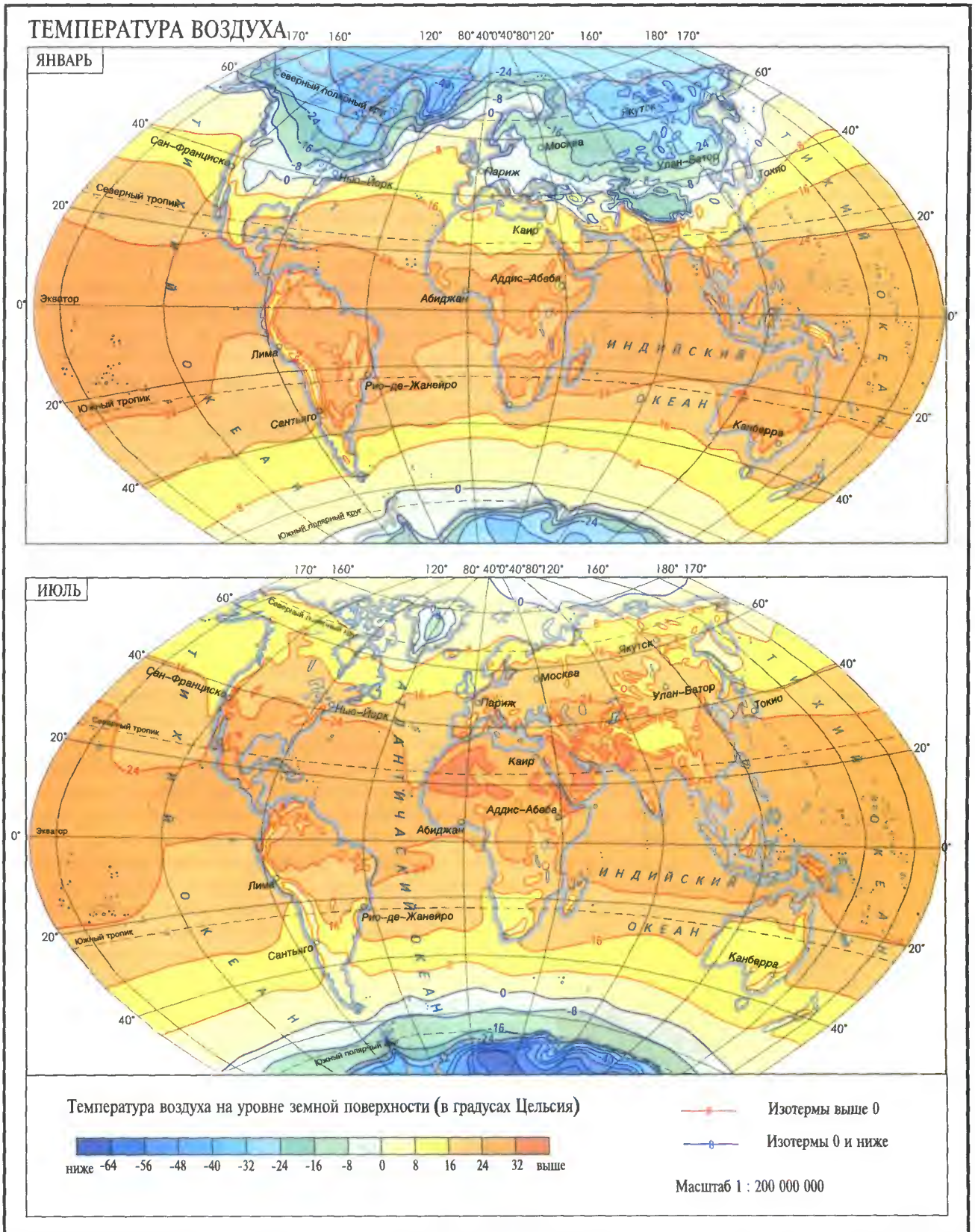
В метеорологии погода определяется как физическое состояние атмосферы в данный момент времени (о том, что подразумевается под «данным моментом времени», скажем позже). Физическое состояние атмосферы характеризуют такие метеорологические величины, как температура, давление, влажность воздуха, скорость и направление ветра, количество облаков и выпавших осадков (дождя, снега, града), и такие атмосферные явления, как гроза, метель, туман, пыльная буря. Сюда же относятся и оптические явления – голубой цвет неба, радуга, гало, венцы.

Воздух все время движется, и его физическое состояние непрерывно меняется. А это значит, что непрерывно меняются и метеорологические величины в каждой точке Земли, т. е. меняется погода. Иными словами, непрерывно меняются температура, давление и влажность воздуха, скорость и направление ветра, количество и форма облаков, осадков. Обычно людей интересует температура воздуха, диапазон величин которой на Земле очень велик: абсолютный максимум +58°С зафиксирован в Ливийской пустыне, а абсолютный минимум −89°С — на станции «Восток» в Антарктиде (это полюс холода земного шара). Наиболее приятны для человека в средних широтах температуры от +20 до +25°С, но ощущение тепла зависит не только от температуры, но и от влажности воздуха, и от скорости ветра.

Давление воздуха то растет, то падает. Величина его зависит и от географической широты местности. Наибольшее давление 1086 гПа было измерено в Сибири, а самое низкое давление 860 гПа — в центре тропического циклона над Атлантическим океаном. В умеренных широтах от суток к суткам давление может меняться на 20 — 30 гПа, а в тропиках — от 1 до 150 гПа. Давление воздуха имеет важнейшее значение, потому что от его распределения по земному шару в каждый данный момент зависит движение воздуха относительно земной поверхности, т. е. ветер.

Небольшой ветер (10 — 12 м/с) — друг человека: ветер очищает города от загрязнения, надувает паруса судов, вращает лопасти ветродвигателей, несет прохладу в душный жаркий день. Однако как только его скорость превышает 15 м/с, ветер становится опасным и даже разрушительным.■

Воздух содержит водяной пар. Облака, кроме водяного пара, состоят или из плавающих мельчайших капелек воды, или из ледяных кристалликов, или же из капелек и кристалликов вместе. Влажность воздуха важна для теплоощущения человека. Именно температура, влажность воздуха и ветер определяют комфортность, когда человек чувствует себя хорошо.


ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА
ЯНВАРЬ
ИЮЛЬ
Северный полярный круг
Южный полярный круг
Северный тропик
Южный тропик
Экватор
Сан-Франциско
Нью-Йорк
Париж
Москва
Якутск
Улан-Батор
Токио
Каир
Аддис-Абеба
Абиджан
Лима
Рио-де-Жанейро
Сантьяго
Канберра
ТИХИЙ ОКЕАН
АТЛАНТИЧЕСКИЙ ОКЕАН
ИНДИЙСКИЙ ОКЕАН
Температура воздуха на уровне земной поверхности (в градусах Цельсия)
ниже -64 -56 -48 -40 -32 -24 -16 -8 0 8 16 24 32 выше
Изотермы выше 0
Изотермы 0 и ниже
Масштаб 1 : 200 000 000

Нередко суровость климата зависит не столько от температуры, сколько от сильных ветров. Для погодных условий с температурой воздуха ниже –7°С гигиенисты ввели понятие «жесткости погоды».■

Ветер — один из компонентов, формирующий теплоощущение человека и состояние комфорта. При низких температурах ветер усиливает теплоотдачу, что может способствовать переохлаждению организма, возникновению холодового стресса. Напротив, при высоких температурах ветер усиливает турбулентный теплообмен и снижает состояние дискомфорта.■

Исключительно сильный ветер, затрудняя дыхание, усугубляет отрицательные реакции организма человека на метеоусловия. Особенно ощутимо дискомфортное воздействие сильных ветров (> 11 м/с), сопровождаемых пыльными бурями и мглой. Иногда такой ветер провоцирует патологическое состояние человеческого организма. Так, местные ветры (фен, бора, мистраль, харматан), например, вызывают у больных трудновосстановимые кровотечения.■

Выпуск радиозонда для получения значений температуры, влажности и ветра в слое атмосферы до 35 – 40 км.



Для характеристики погоды важна и облачность, т. е. степень закрытости неба облаками, а также формы облаков, которые являются своего рода поплавками, показывающими движение воздуха.

Осадки — дождь и снег — необходимое условие жизни на суше. Это важнейшие характеристики погоды. Когда осадков мало, образуются пустыни и степи, а интенсивные и продолжительные осадки вызывают наводнения, сели. Вот почему важно знать количество осадков за сутки, или за 12 ч, или за 6 ч в зависимости от потребностей хозяйства.

Все эти метеорологические величины характеризуют погоду, т. е. физическое состояние атмосферы в данный момент. Что же это значит – «данный момент»? Частота наблюдений за погодой зависит от того, насколько быстро меняются метеорологические величины и атмосферные явления и как влияют эти изменения на человеческую деятельность. Теперь существуют самопишущие приборы, непрерывно фиксирующие величины давления, температуры и относительной влажности. Однако невозможно, да и не нужно передавать каждую секунду значения этих величин. Регулярно и наиболее часто наблюдают погоду на аэродромах. Там наблюдения за погодой производят каждые 15 мин. Ясно, что для аэродромов «данный момент» времени — это 15 мин. На метеорологических станциях всего земного шара принято вести наблюдения за погодой каждые 3 ч, считая от 00 ч по Гринвичскому среднему времени. Наблюдатели всей Земли в 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 и 21 ч выходят на метеорологические площадки и делают отсчет по приборам, измеряющим вышеуказанные метеорологические величины. Таким образом, для наблюдений за погодой у поверхности Земли «данный момент» — это 3 ч.■

Непрерывно происходящие изменения в состоянии погоды обусловлены в первую очередь процессами общей циркуляции атмосферы. Смена дня и ночи определяет суточный ход метеорологических элементов. Однако для погоды гораздо более характерны резкие и нерегулярные изменения в результате смены воздушных масс, прохождения атмосферных фронтов и эволюции циклонов и антициклонов. Например, днем вместо потепления, нормального для суточного хода температуры, может наступить похолодание. Ночью, напротив, температура может сильно повыситься. Осадки и усиление ветра также возможны в любое время суток.

Воздушные массы, как и атмосферные вихри (циклоны и антициклоны), захватывают сразу большие районы: их горизонтальные размеры — тысячи километров, поэтому погода в пределах одной и той же воздушной массы на довольно значительном пространстве будет иметь сходный характер. Если на территорию вторгается новая воздушная масса, то соответствующие изменения погоды происходят одновременно во многих районах. Следовательно, погода на данной территории связана с предшествовавшим и последующим состояниями погоды в других районах. Наблюдения в одном пункте не могут дать полного представления ни о причинах, ни о сущности изменений погоды.■



Так надвигается ненастье.

Пространственный масштаб процессов, формирующих погоду, таков, что их лучше всего изучать с помощью географических карт. На карту в точках расположения метеорологических станций цифрами и условными значками наносят результаты наблюдений, сделанные в один момент времени. Такая карта называется **синоптической** (т. е. обзорной) картой погоды; она характеризует состояние погоды одновременно на большой территории, например в Европе или во всем Северном полушарии. Синоптические карты составляются через определенные промежутки времени (например, через каждые 12, 6 или 3 ч) и дают представление о развертывании процессов во времени.

Синоптические карты составляются как для поверхности Земли (приземные карты погоды), так и для различных слоев атмосферы (высотные карты погоды). Вместе с вертикальными разрезами атмосферы и с графиками, построенными по данным радиозондирований, они дают представление о трехмерной структуре атмосферы до высоты 25 — 30 км.

Прослеживая по синоптическим картам, как и куда двигались раньше и движутся сейчас воздушные массы, фронты, циклоны и антициклоны и что с ними происходит, синоптик может составить представление об общем характере и механизме погоды во всем географическом районе и на основе своих заключений сформировать предварительный прогноз будущей погоды.

На карте погоды в виде цифр и значков синоптики наносят огромное количество метеорологических данных. «Читать» необработанную (непроанализированную) карту трудно. Делать какие-либо заключения о развитии атмосферных процессов и составлять прогнозы погоды по таким картам практически невозможно, поэтому первое, что необходимо сделать при анализе, это придать карте погоды наглядность. Для этого на карте проводят изобары — линии равного давления, а также изолинии тенденций его изменения за последние 3 ч, затем выделяют зоны осадков, туманов, намечают линии атмосферных фронтов. В современном мире для этого широко используются компьютеры и геоинформационные системы (ГИС) Метео MapMaker, которые позволяют анализировать условия атмосферной циркуляции и погоды в пределах земного шара в режиме реального времени.

Прибрежный туман — признак вторгающегося холодного воздуха на сравнительно теплое море.



Современная технология посредством модемной связи обеспечивает оперативный прием, обработку и анализ всего комплекса мировой метеорологической информации, включая данные наземных и судовых метеорологических и аэрологических станций, метеорологических радиолокаторов, орбитальных и геостационарных спутников. Программа Метео MapMaker позволяет выполнять до 30 операций: строить приземные и высотные карты погоды, выделять зоны облачности, осадков, тумана, гроз, проводить линии атмосферных фронтов и т. д. Программа предусматривает также построение вертикальных разрезов атмосферы по заданным маршрутам и построение траекторий перемещения в атмосфере частиц, линий и областей, что особенно важно для задач экологического мониторинга воздушного бассейна. Особо следует выделить прогностический блок программ, который позволяет строить прогностические поля основных параметров атмосферы с заблаговременностью от 1 до 7 суток, рассчитанные по моделям основных метеорологических центров мира (Москва, Новосибирск, Вашингтон, Брекнелл, Оффенбах и Рединг), и на этой основе составлять прогноз погоды.■

Ясная погода.



Основные изменения погоды в умеренных широтах обусловлены циклонической деятельностью, т. е. возникновением, развитием и перемещением циклонов и антициклонов. Подавляющее число циклонов внетропических широт возникает на главных атмосферных фронтах (арктическом и полярном), и вся их дальнейшая жизнь неразрывно связана с этим фронтом.

Если рассматривать эволюцию циклона от момента его возникновения до полного исчезновения, то можно выделить следующие стадии развития.

Начальная стадия циклона — стадия фронтальной волны.

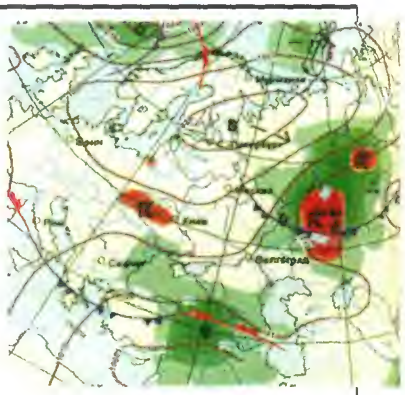
На главном фронте возникают огромные волны длиной 1000 км и более. С их появлением теплый воздух начинает продвигаться к высоким широтам в сторону холодного воздуха в передней части волны, а холодный воздух — к низким широтам в сторону теплого воздуха в тыловой части. При этом давление у вершины волны понижается, что приводит к формированию начального циклонического возмущения, как правило, с одной замкнутой изобарой на приземной карте погоды. Это вызывает деформацию (искривление) главного фронта и образование на нем участков теплого и холодного фронтов. Начало зарождения циклона на приземных картах погоды можно заметить по падению давления, увеличению облачности и выпадению осадков.

Стадия молодого циклона. В этой стадии число замкнутых изобар в циклоне возрастает (до двух-трех), а давление в центре циклона продолжает заметно понижаться, что приводит к усилению ветров и осадков. Теплый воздух образует теплый сектор циклона, и на приземной карте отмечаются самые высокие температуры воздуха. Обычно теплый сектор занимает южную и юго-восточную части циклона. Самые низкие температуры в циклоне наблюдаются за холодным фронтом в его северо-западной и северной частях. Весь циклон как единая система обычно быстро (30 — 50 км/ч) движется на восток или северо-восток.

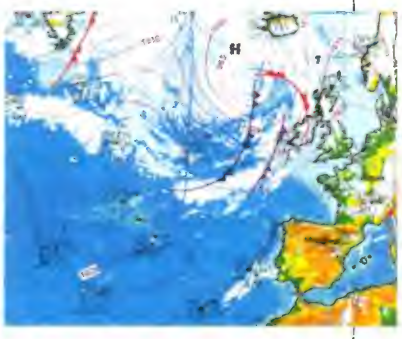


Снимок облачности со спутника.

Стадия максимального развития. Стадия молодого циклона — кратковременный промежуток в развитии циклона: он длится обычно не дольше суток (чаще 12 ч). Холодный фронт в циклоне всегда движется быстрее, чем теплый, поэтому он постепенно догоняет теплый фронт и смыкается с ним. Происходит так называемое **окклюдирование циклона** (от лат. occlusio — запирание) и образование фронта окклюзии.



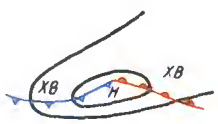
Карта погоды: линиями показаны изобары, зачернены районы выпадения осадков.



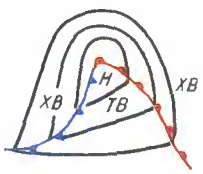
Карта погоды с развивающимся циклоном:

— теплый фронт;

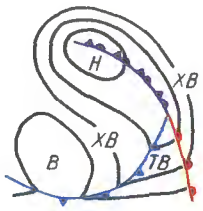
— холодный фронт.



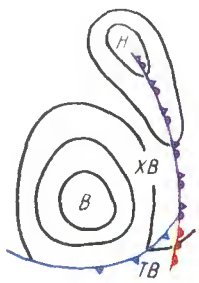
Стадия фронтальной волны.



Стадия молодого циклона.



Стадия окклюзии: в центре циклона наиболее низкое давление и наиболее сильные ветры.



Стадия заполняющегося (разрушающегося) циклона.

К началу окклюдирования давление в центре циклона падает до самых низких значений (обычно до 980 — 990 гПа, но иногда и ниже). Скорости ветра в центре циклона достигают максимальных значений. Циклоническая циркуляция захватывает слой атмосферы до 5 — 7 км. Облачные системы и зоны осадков холодного и теплого фронтов сливаются и приобретают вид огромной спирали, закручивающейся около центра циклона.

Стадия заполнения (разрушения) циклона. В процессе окклюдирования циклона холодный воздух продолжает распространяться к югу и постепенно занимает всю область циклонической циркуляции. Теплый сектор на приземной карте быстро сокращается, а теплый воздух вытесняется в верхние слои тропосферы, где он затем охлаждается. Циклон постепенно замедляет свое движение, давление в его центре начинает расти, ветер ослабевает, а системы облачности и осадков размываются. Наконец циклон полностью исчезает. Таким образом, весь жизненный цикл циклона продолжается 5 — 7 дней.

Возникновение и развитие антициклонов тесно связаны с развитием циклонов. Это единый процесс, происходящий на главном фронте, в результате которого в одном районе создается недостаток массы воздуха и возникает циклон, а в другом районе — избыток массы воздуха и возникает антициклон. В отличие от циклонов, в которых господствуют восходящие движения, для антициклонов характерна общая тенденция к нисходящему движению воздуха. Это происходит потому, что в нижнем слое антициклона воздух вытекает из центра к периферии. Благодаря оседанию воздух в антициклоне не насыщается влагой, и погода в антициклонах преобладает малооблачная и сухая. Только в нижних слоях в ночные часы и в холодную половину года возможно образование туманов и слоистых облаков. Ветры в антициклонах, как правило, слабые, преобладают штили.

Из всего сказанного следует, что наиболее сложные условия погоды на синоптической карте будут наблюдаться в циклонических областях вблизи атмосферных фронтов — в узких переходных зонах между теплым и холодным воздухом. Фронтальные поверхности располагаются в атмосфере наклонно, причем угол наклона фронта к поверхности Земли очень мал и составляет меньше одного углового градуса. Например, если линия теплого фронта у Земли проходит в районе Смоленска, то над Москвой этот фронт располагается на высоте всего нескольких сотен метров (700 — 900 м). При этом более плотный холодный воздух лежит под теплым воздухом в виде узкого клина, постепенно увеличивающего свою толщину по мере удаления от линии фронта.■



Слоисто-кучевые облака, возникающие в тылу холодного вторжения.



В атмосфере фронты перемещаются в направлении основных воздушных течений со средней скоростью 30 — 50 км/ч. Если фронт перемещается в сторону холодного воздуха, то его называют теплым. В этом случае одновременно с горизонтальным движением теплый воздух будет подниматься вверх по отступающему клину холодного воздуха. В результате такого подъема теплый воздух насыщается и происходит конденсация водяного пара, что приводит к возникновению обширной системы перисто-слоистых, высокослоистых и слоисто-дождевых облаков, из которых выпадают обложные осадки. Если линия фронта перемещается в сторону теплого воздуха, то такой фронт называется холодным. В этом случае восходящее движение теплого воздуха по наступающему холодному клину ограничено более узкой зоной, однако вертикальные скорости значительно больше, чем на теплом фронте. Особенно они увеличиваются перед клином холодного воздуха, где теплый воздух наиболее интенсивно вытесняется вверх холодным. Поэтому на холодном фронте преобладают кучево-дождевые облака с ливневыми осадками, грозы и шквалистые ветры.■





Шторм на море.

Составление прогноза погоды

Самое трудное — составить прогноз ожидаемых изменений погоды на предстоящие трое суток. Эта задача предполагает определение характера перемещения и изменения барических систем, фронтов и воздушных масс на следующие несколько десятков часов после получения информации о погоде, т. е. дать прогноз так называемого синоптического положения. С учетом всех этих перемещений собственно можно делать заключение о погоде в этом районе.

Прогнозы погоды бывают **краткосрочными** (на 1 — 3 суток), **среднесрочными** (на 4 — 10 суток) и **долгосрочными** (на месяц и сезон).

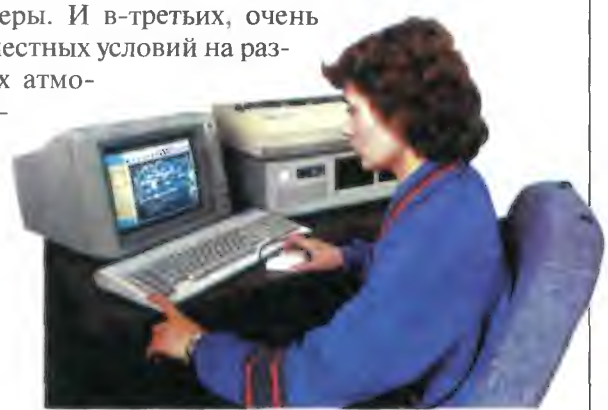
Задача составления краткосрочных и среднесрочных прогнозов погоды состоит из двух этапов: прогноза синоптического положения и прогноза собственно погоды.

Прогноз синоптического положения обычно осуществляется на ЭВМ путем решения уравнений динамики и термодинамики, описывающих состояние атмосферы. Затем по этим данным синоптики составляют прогноз погоды, характеризующий будущие температуру и влажность воздуха, скорость и направляющие ветра, возможность выпадения осадков и т. д. При этом учитывается трансформация воздушных масс, т. е. изменение их свойств в зависимости от свойств подстилающей поверхности, сезона года и суточного хода метеорологических величин. Дополнительно оценивается влияние на погоду местных факторов — озер, рек, возвышенностей, больших городов и т. д. Для прогноза гроз и ливневых осадков используется информация метеорологических радиолокаторов.

Насколько же можно доверять синоптикам, т. е. какова достоверность краткосрочных прогнозов? Современные схемы краткосрочного прогноза погоды позволяют предсказывать будущее состояние атмосферы на срок не более 5 — 7 суток, причем наиболее надежными являются прогнозы на срок до 2 — 3 суток. Оправдываемость прогнозов на сутки достигает 90%. Почему же синоптики иногда ошибаются? Это происходит по ряду причин. Во-первых, еще несовершенны математические модели атмосферы. Во-вторых, нет достаточной информации о состоянии атмосферы. И в-третьих, очень трудно выявить влияние местных условий на развитие крупномасштабных атмосферных процессов, определяющих погоду. Для устранения двух первых причин нужны упорная научная работа и техни-

Комфортные температуры и красота природы благоприятно влияют на самочувствие и настроение человека.





Синоптик за работой с ГИС.

ческое перевооружение сети метеорологических наблюдений. Третья причина не зависит от человека, и всегда будет вероятность погрешностей в краткосрочном прогнозе погоды.

Долгосрочным прогнозом принято считать прогноз на месяц и сезон. Установлено, что предсказуемость характера погоды в какой-то день в данном месте не превышает двух недель. Иными словами, как бы ни совершенствовались методы прогноза, невозможно предсказать конкретное явление погоды в определенный день на три недели вперед. Вряд ли будет найден такой метод прогноза, который бы позволил вычислить погоду по дням на предстоящий месяц или сезон. Это, однако, не означает, что бессмысленно прогнозировать погоду на месяц или сезон. Просто следует понимать, что, когда говорят о долгосрочном прогнозе погоды, имеют в виду месячные и сезонные аномалии температуры и осадков. Однако такие общие характеристики погоды на ближайший месяц и сезон пока еще далеки от удовлетворительного разрешения.

Общепризнано, что для долгосрочного прогнозирования необходимо рассматривать совместно атмосферу, Мировой океан и состояние поверхности суши, в частности, влажность почвы, наличие снежного и ледяного покрова. Однако надежных оперативных методов долгосрочных прогнозов погоды пока еще нет. Это важнейшая практическая задача метеорологии, на решение которой направлены усилия метеорологов всего мира.■



Наиболее важны для населения прогнозы опасных и особо опасных явлений: сильных ветров, осадков, гроз, снегопадов, туманов, метелей, заморозков.



Самым древним метеорологическим прибором является, по-видимому, дождемер. Дождемеры существовали в Китае, Индии, Корее и Палестине за много веков до того, как осадкомер был изобретен в Европе учеником и сподвижником Галилея – **Кастелли** в 1639 г.■

Термометр для измерения температуры воздуха был изобретен около 1600 г. **Санторио** (1561 – 1636), хотя многие считают, что его изобрел **Галилей** (1564 – 1642).
Барометр был изобретен другим учеником Галилея — **Торричелли** (1608 – 1647) около 1644 г.■

Американский художник и изобретатель **С. Морзе** (1791 – 1872) в 1837 г. изобрел электрический телеграф и в 1843 г. с помощью созданной им азбуки (кода) передал свою знаменитую фразу «Что сработал Бог» из Вашингтона в Балтимор (США). Это изобретение позволило уже через несколько лет передавать по телеграфу сводки погоды, прогнозы погоды и штормовые предупреждения. В более поздние годы это дало возможность создать национальные службы погоды.■



Автоматическая метеорологическая станция.

Всемирная служба погоды

Глобальный характер атмосферной циркуляции обусловил необходимость международной координации как результатов наблюдений, так и результатов обработки измерений – анализов и прогнозов погоды, составленных метеорологическими центрами мира.

Международную координацию деятельности национальных метеорологических служб осуществляет Всемирная метеорологическая организация (ВМО), которая поддерживает функционирование Всемирной службы погоды (ВСП), состоящей из национальных метеорологических или гидрометеорологических служб.■

Всемирная служба погоды включает в себя три составляющие: глобальную систему наблюдений, глобальную систему телесвязи и глобальную систему обработки данных.



Самолет-лаборатория для метеорологических измерений.

Глобальная система наблюдений – это наземные и космические наблюдения. Наземные наблюдения за атмосферой – это все наблюдения, проводящиеся с поверхности Земли или в толще атмосферы. На суше такие измерения ведутся на метеорологических станциях. Станции, передающие результаты измерений в каналы связи сразу же после наблюдений за погодой, называются **синоптическими**. По данным ВМО, в 1997 — 1998 гг. на земном шаре работали 9929 синоптических станций. В океанах метеорологические наблюдения проводятся на коммерческих и научно-исследовательских судах, дрейфующих и заякоренных буях. По данным ВМО, в 1997 — 1998 гг. работали 6759 судовых станций.
В свободной атмосфере измерения ведутся с помощью радиозондов, метеорологических приборов, устанавливаемых на коммерческих самолетах, а также с помощью метеорологических радиолокаторов. На земном шаре насчитывается 600 метеорологических радиолокаторов и 991 пункт радиозондирования атмосферы. Каждый такой пункт дает сведения о температуре, давлении, влажности воздуха и ветре от поверхности Земли до высоты 20 — 30 км. С помощью приборов, установленных на самолетах, измеряются температура и ветер, а с помощью ме-



Полярно-орбитальный метеорологический спутник «Метеор».



Геостационарный метеорологический спутник «Метеосат».

Первый метеорологический спутник, с которого производилась телевизионная съемка поверхности Земли и облачного покрова, был запущен в 1960 г. в США. Первый метеорологический спутник, предназначенный для наблюдения за облачным покровом в видимом и инфракрасном участках спектра (спутник «Космос-122»), был запущен в Советском Союзе в 1966 г.■

Первая метеорологическая ракета МР-1 была запущена в Советском Союзе в 1949 г. С ее помощью измерялись температура, ветер и давление до высоты 80 км.■

теорологических радиолокаторов ведутся наблюдения за облачностью и осадками. Чтобы пополнить информацию, поступающую с сети наземных наблюдений, с 50-х гг. XX в. стали разрабатывать методы метеорологических наблюдений из космоса.■

Искусственные спутники Земли позволили проводить метеорологические наблюдения и измерения равномерно над всей планетой. В настоящее время метеорологические наблюдения ведутся со спутников, совершающих движение по околополярным и экваториальным орбитам. Со спутника, находящегося на **круговой околополярной орбите**, производится последовательный обзор всего земного шара. Высота круговой орбиты и угол ее наклона к плоскости экватора для околополярных спутников подбираются так, чтобы над каждой точкой земного шара измерения проводились, по крайней мере, два раза в сутки. Полярно-орбитальные спутники находятся обычно на высоте около 1000 км.

Экваториальная круговая орбита с высотой около 36 000 км, по которой спутник движется со скоростью, равной угловой скорости вращения Земли, называется **геостационарной**. Спутник, совершающий полет по такой орбите, как бы висит над одной заранее выбранной точкой земного шара, расположенной на экваторе. Такой неподвижный относительно Земли спутник называется **геостационарным**. Его преимущество состоит в том, что в течение короткого промежутка времени (порядка 20 мин) производится обзор очень большой территории: 120° по долготе и 120° по широте. Пяти-шести геостационарных спутников достаточно для того, чтобы получать синхронные измерения в широтном поясе от 60° с. ш. до 60° ю. ш. каждые 30 мин. Метеорологические спутники, которые находятся на полярных и геостационарных орбитах и эксплуатируются разными странами, составляют космическую подсистему наблюдений. В настоящее время на оперативной основе по измерениям со спутников оцениваются важнейшие параметры состояния атмосферы – температура и влажность воздуха, облачность, ветер на нескольких уровнях.

Глобальная система телесвязи выполняет две основные функции: передает измерения в национальные, региональные и мировые метеорологические центры, где производится их анализ и составляются прогнозы, и распространяет глобальные и региональные анализы и прогнозы из ведущих метеорологических центров по всему миру, с тем чтобы этой информацией могли пользоваться небольшие метеорологические центры, бюро погоды, авиационные метеорологические станции, которые не в состоянии по своему техническому оснащению готовить такую продукцию.

Глобальная система обработки данных опирается на национальные или международные метеорологические центры, которые в системе ВСП подразделяются на национальные, региональные и мировые центры. **Национальные центры** призваны обслуживать экономику данной страны. **Региональные центры** готовят анализы и прогнозы для группы стран, входящих в данный регион. В **мировых метеорологических центрах** составляются глобальные анализы и прогнозы погоды, которые распространяются по глобальной системе телесвязи во все страны мира.■

Силы, действующие в атмосфере

Атмосфера обволакивает весь земной шар, оказывая давление на каждый квадратный метр поверхности. Следовательно, на поверхности Земли и на любой высоте в каждой точке создается определенная величина давления, т. е. поле давления, или барическое поле. Это поле можно описать как систему поверхностей одинакового давления, так называемых изобарических поверхностей, например: 1000 гПа, 850 гПа, 500 гПа, 200 гПа и т. д. На уровне моря пересечения с изобарическими поверхностями образуют линии одинакового давления — изобары.

Распределение давления на земном шаре очень неоднородно, оно меняется от точки к точке и изменяется во времени. Неоднородность распределения давления объясняется неравномерным распределением масс воздуха внутри каждого столба атмосферы, которое в свою очередь зависит от распределения температуры.

Если в одном географическом районе давление высокое, а в другом — низкое, то воздух будет двигаться от области более высокого давления к области более низкого давления. При этом чем больше разность давлений, тем большее ускорение приобретает воздух. Разность давлений, которая приходится на единицу расстояния по нормали к изобаре, называется **горизонтальным барическим градиентом**. Иначе, это и есть сила, приводящая в движение воздух. Кроме силы градиента давления в атмосфере действуют силы инерции (сила Кориолиса и центробежная), а также сила трения.

Все воздушные течения рассматриваются относительно Земли, которая вращается вокруг своей оси. Понять, как действует сила Кориолиса (СК), можно, если вспомнить, что линейная скорость вращения каждого неподвижного тела на Земле равна произведению угловой скорости вращения Земли ω на расстояние до оси вращения r, т. е. $u = \omega r$. Рассмотрим действие силы Кориолиса на примере движения тела единичной массы вдоль меридиана. Положим, что 1 кг воздуха в Северном полушарии расположен на широте φ и начинает двигаться вдоль меридиана на север со скоростью ветра V. В силу инерции этот килограмм воздуха будет сохранять линейную скорость вращения u, которую он имел на широте φ. В результате движения на север он будет находиться на все более высоких широтах, где расстояние до оси вращения Земли меньше и линейная скорость вращения Земли меньше. Таким образом, это тело будет опере-

Сезонное теплое течение у берегов Эквадора, Перу и Северного Чили, возникающее обычно в декабре, вызывает резкое ухудшение промысловой обстановки: в теплой воде мало планктона, и рыба уходит от берегов. Местные рыбаки с горькой иронией назвали это явление «рождественским подарком» (от исп. el ninj – младенец, мальчик) – Эль-Ниньо. Однако повышение температуры воды у берегов Америки бывает связано и с изменением общей обстановки в системе «океан — атмосфера». Это явление также получило название Эль-Ниньо. Другая, не менее важная атмосферная составляющая того величественного и грозного действа, которое охватывает огромные просторы Тихого океана и окружающие его территории, – это «Южное колебание».



Эти два тесно взаимодействующих между собой процесса в океане и атмосфере дирижируют всеми стихийными явлениями, которые происходят в тропиках и отражаются на погоде в умеренных широтах. Правильнее называть Эль-Ниньо — «Южное колебание».■



жать неподвижные тела, расположенные на том же меридиане, но в более высоких широтах, т. е. наблюдатель на Земле сможет отметить, что это тело под действием какой-то силы отклонится вправо. Эта сила и есть действие силы Кориолиса. Подобные рассуждения показывают, что в Южном полушарии такой килограмм воздуха отклонится влево от направления движения. Величина горизонтальной составляющей силы Кориолиса, действующей на 1 кг, равна $CK = 2\omega V\sin\varphi$. В Северном полушарии она направлена под прямым углом вправо от скорости ветра V. Из формулы следует, что если тело покоится, то силы Кориолиса нет. Она действует только тогда, когда воздух движется.

На нашей планете силы горизонтального барического градиента и силы Кориолиса имеют один порядок, поэтому нередко они почти уравновешивают друг друга. Тогда ускорение воздуха мало и движение близко к прямолинейному и равномерному. В этом случае воздух движется не вдоль градиента давления, а вдоль изобары или близко к ней, оставляя в Северном полушарии низкое давление слева.

Воздушные течения в атмосфере имеют вихревой характер: обычно траектории воздушных частиц искривляются, и частицы движутся либо против, либо по часовой стрелке. При таком движении на каждый килограмм воздуха действует центробежная сила V^2/R, где V — скорость ветра, а R — радиус кривизны траектории. В атмосфере эта сила всегда меньше силы барического градиента.

Сила трения возникает между поверхностью Земли и движущимся над ней воздухом. Неровности земной поверхности задерживают нижние объемы воздуха. Перенос объемов воздуха, обладающих малой горизонтальной скоростью, вверх с нижних уровней задерживает движение верхних слоев воздуха. Таким образом, трение о земную поверхность передается вверх, постепенно ослабевая. Сила трения замедляет скорость ветра. Она заметна в слое 1 — 1,5 км, который называется **планетарным пограничным слоем**. Ветер здесь из-за трения отклоняется от изобар в сторону низкого давления. Выше 1,5 км влияние трения значительно, поэтому более высокие слои называют **свободной атмосферой**.■



Резко повысившаяся температура прибрежных вод приводит к развитию кучево-дождевых облаков на побережье и в горах Перу, Северного Чили и Эквадора, где в результате выпадают две-три годовые нормы осадков. Большое количество дождей, выпавших в сухих районах и пустынях, вызывает появление влаголюбивой растительности, обычно не свойственной этим местам.■

Смерч — это самый большой перепад давления, наблюдающийся в атмосфере.





Мастерство Колумба как мореплавателя заключалось в знании им закономерностей воздушных течений: чтобы плыть на запад, ему нужно было идти по южной периферии субтропического антициклона, где дуют пассаты, а назад в Европу нужно было возвращаться по северной периферии субтропического антициклона, где обычно наблюдаются западные ветры умеренных широт. Обратный путь был более трудным, так как западные ветры менее устойчивы и более изменчивы из-за развивающихся здесь циклонов и антициклонов.■

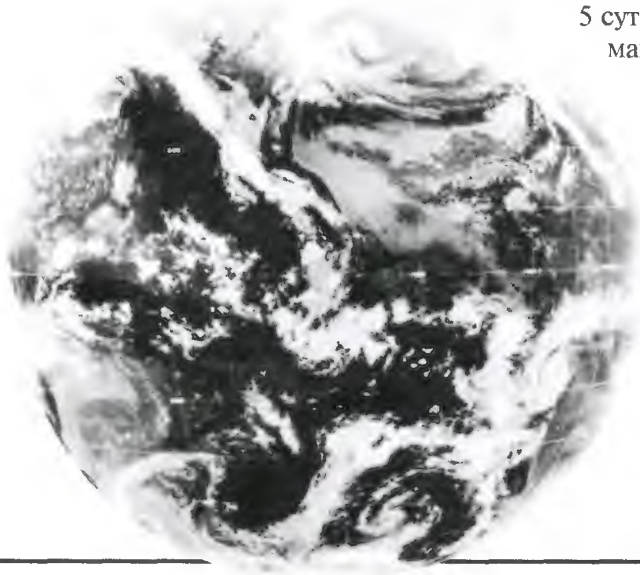
Циркуляция атмосферы

Циркуляцией атмосферы называются крупномасштабные воздушные течения, существующие на земном шаре. В этих воздушных течениях возникают волны и вихри, обладающие характерными свойствами.

Возникающие, развивающиеся и затухающие в атмосфере воздушные течения бывают разных размеров, время их существования различно. Так, например, кучевое облако возникает в потоке влажного воздуха из-за восходящего движения. Его размер приблизительно 10 км, а время существования полчаса. Движения воздуха такого масштаба в течение короткого времени влияют на небольшую территорию. А вот бризы, развивающиеся на равнинном побережье и дующие днем с моря на сушу, проникают в умеренных широтах в глубь территории на 25 — 30 км. Время их существования — полсуток. Бриз влияет на погоду в пределах небольшой территории. Это местный ветер, охватывающий узкую полосу земли вдоль побережья.

На вопрос, какие воздушные течения определяют погоду в пределах Московской области в течение от 1 до 5 суток, можно ответить, если учесть среднюю скорость переноса воздушных масс, которая известна из аэрологических наблюдений. В среднем она равна 50 км/ч. Следовательно, в каждую точку Московской области поступает воздух, который за сутки до этого находился на расстоянии 1200 км, а за 5 суток — на расстоянии 6000 км от этой точки. Таким образом, крупномасштабные воздушные течения сопоставимы по размерам с материками и океанами, а продолжительность их существования 5 — 6 суток. Если же мы хотим узнать погоду на более обширной территории, например, на европейской части России, то надо рассматривать структуру воздушных течений на всем Северном полушарии за сутки, а на всем земном шаре — за 5 суток. Поэтому для понимания изменения погоды

Снимок Земли с геостационарного спутника в инфракрасной области спектра. Белые полосы и пятна говорят о мощной облачности, захватывающей всю тропосферу. Серые барашки и серая пелена над Южной Америкой представляют нижнюю облачность в слое 1,0 – 1,5 км, кучевую и слоистую соответственно. Полосы белой облачности в верхней и нижней частях снимка – фронтальная облачность в умеренных широтах Северного и Южного полушарий. Там же – вихри облачности, соответствующие циклонам. Полоса облачности в центральной части снимка – это облачность внутритропической зоны конвергенции. Темные места – безоблачные пространства над теплыми океанами и над сушей.



Фотография циклона, сделанная со спутника.



в течение нескольких суток необходимо знать закономерности крупномасштабных воздушных течений или закономерности общей циркуляции атмосферы.

При наблюдении Земли из космоса, как видно на приведенных снимках, можно судить о воздушных течениях, развитии и перемещении облачных систем. Так, в умеренных широтах обоих полушарий встречаются полосы облачности шириной 300 — 500 км, распространяющиеся на тысячи километров и закручивающиеся в Северном полушарии в полярных широтах против часовой стрелки, а в Южном полушарии — по часовой стрелке. Эта облачность, как правило, все время перемещается с запада на восток, возникая в одном географическом районе и разрушаясь через 2 — 3 дня в другом.

В то же время в субтропических широтах (30 — 15° широты) над океанами и над пустынями облачности мало. А если она и есть у западных побережий Африки и Америки, то только в виде облачных островков.

Наконец, в экваториальной зоне (15° с. ш. — 15° ю. ш.) всегда существует одна или две полосы облачности, более или менее плотной.■



Струйные течения в атмосфере.

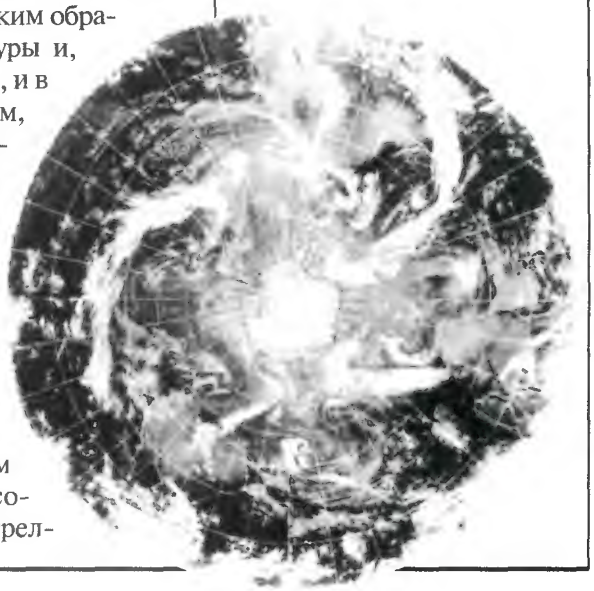
Облачность отражает закономерности общей циркуляции атмосферы на земном шаре: характер воздушных течений в умеренных широтах обоих полушарий отличается от характера воздушных течений в субтропических и экваториальных широтах.

В умеренных широтах всегда присутствуют три воздушные массы: в полярной области – арктическая (или антарктическая), в зоне 30 — 40° широты – тропическая и воздушная масса умеренных широт. Эти воздушные массы различаются по температуре, влажности и запыленности. Так, в январе иногда в Москву приходит арктический воздух с Баренцева и Карского морей со средней температурой –19°С, морской умеренный воздух с Атлантики — с температурой –1°С, а тропический воздух из Северной Африки приносит с собой оттепели: температура повышается до +2°С.

В местах соприкосновения этих воздушных масс возникают фронтальные зоны, которые у земли проявляются как полосы перехода (в 10 — 20 км) от одной воздушной массы к другой. Здесь-то и образуются полосы облачности, которые видят космонавты сверху. Во фронтальных зонах в толще тропосферы холодный воздушный поток, который находится на стороне, обращенной к полюсам, соприкасается с теплым воздушным потоком, который находится на стороне, обращенной к экватору. Таким образом, во фронтальной зоне существует перепад температуры и, следовательно, плотности воздуха. Такой поток неустойчив, и в нем возникают воздушные волны длиной 5000 — 6000 км, превращающиеся потом в вихри — циклоны и антициклоны. **Циклон** — вихрь с замкнутыми изобарами и самым низким давлением воздуха в центре. В циклоне ветер дует против часовой стрелки в Северном полушарии и по часовой стрелке в Южном полушарии. В циклоне всегда существует восходящее движение воздуха, и поэтому возникают облачность и осадки. Закручивающиеся облачные спирали, наблюдаемые из космоса в умеренных широтах, это и есть циклоны.

Одновременно с развитием циклона возникает **антициклон** — вихрь с замкнутыми изобарами, самым высоким давлением воздуха в центре и ветрами, дующими по часовой стрелке в Северном полушарии и против часовой стрел-

Мозаика из снимков Южного полушария, сделанных со спутника, находящегося на полярной орбите, в инфракрасной области спектра. Белые полосы – фронтальные облачные системы, закручивающиеся в области циклонов. Серые пятна – области, занятые низкими облаками. Темные пятна – безоблачные пространства.



К середине XX в. стало ясно, что энергия, которая приводит в движение атмосферу, поступает в умеренные широты из тропиков. В то же время оказалось, что атмосферные процессы в умеренных широтах изучены значительно лучше, чем в тропиках. Потому в 1966 г. Международный союз научных союзов и Всемирная метеорологическая организация приняли решение провести в 1974 г. Атлантический тропический эксперимент по Программе исследования глобальных атмосферных процессов (АТЭП). Было намечено организовать сеть наблюдений в тропиках Атлантического океана и задействовать станции в Африке и Южной Америке. Наблюдения должны были охватывать территорию между 10° ю. ш. и 20° с. ш. и 95° з. д. и 50° в. д. Для подготовки к международному эксперименту Гидрометслужба и Академия наук СССР организовали в 1972 г. экспедицию в тропическую Атлантику «Тропэкс-72». В этой экспедиции были проведены аэрологические, метеорологические, океанологические и специальные наблюдения и отработаны элементы будущей международной программы.■

Для изучения атмосферных процессов различных масштабов от 10 км до 1000 км было организовано два полигона в виде вложенных друг в друга шестиугольников с треугольником в центре. В вершинах внешнего шестиугольника стояли советские суда, в вершинах внутреннего шестиугольника стояли суда США, Канады, ФРГ и Франции. Треугольник был образован судами, оборудованными метеорологическими радиолокаторами. В результате работы экспедиции был собран огромный материал наблюдений, который не только был обработан, но и научно проанализирован и обобщен благодаря установленным на советские суда ЭВМ.

Успешное проведение такого грандиозного научного предприятия по единой программе, не имевшего аналогов в прошлом, дало уверенность метеорологическому сообществу, что основной эксперимент Программы исследований глобальных атмосферных процессов будет выполнен.■

ки — в Южном. В антициклоне всегда существуют нисходящие движения воздуха, препятствующие возникновению мощной облачности и продолжительных осадков. Просветы ясного неба, видимые космонавтами в умеренных широтах и разделяющие облачность фронтов, относятся к антициклонам.

Таким образом, крупномасштабная циркуляция атмосферы в умеренных широтах — это постоянное образование, развитие, движение, а затем затухание и исчезновение циклонов и антициклонов. При этом циклоны, возникающие на фронте, разделяющем теплую и холодную воздушные массы, движутся в сторону полюсов, перенося теплый воздух в полярные широты. Антициклоны же, возникающие в тылу циклонов в холодной воздушной массе, движутся в субтропические широты, перенося туда холодный воздух. Именно эти процессы и определяют изменения погоды в умеренных широтах.■

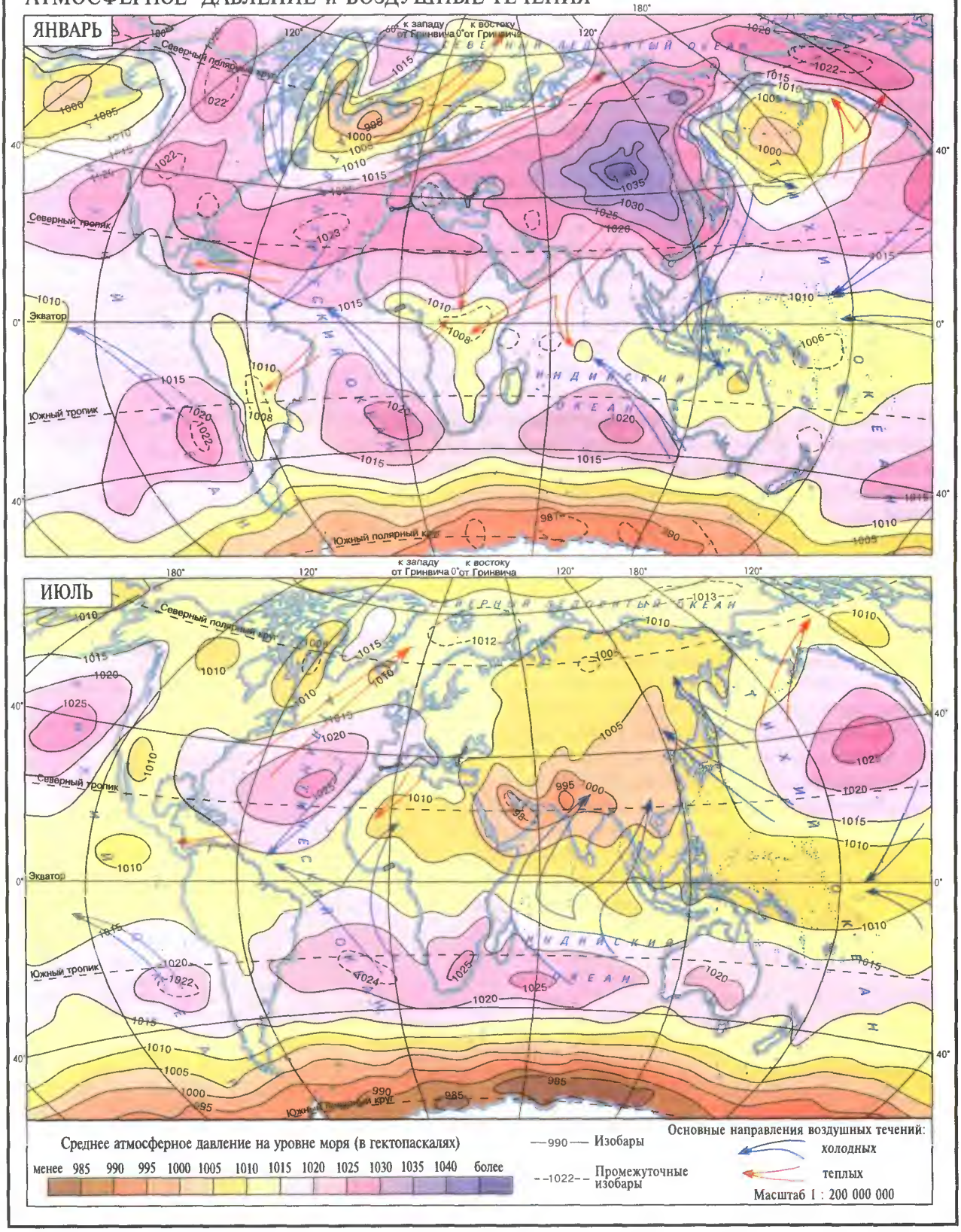
Чтобы следить за происходящими в атмосфере процессами, через каждые три часа в метеорологических службах всех стран составляются карты погоды и два раза в сутки карты барической топографии различных изобарических поверхностей. Для характеристики общих закономерностей циркуляции атмосферы составляют средние многолетние карты давления воздуха на уровне моря, карты преобладающих ветров и средние карты топографии изобарических поверхностей. Карты отражают наиболее повторяющиеся процессы в умеренных, субтропических и экваториальных широтах. Кроме того, они позволяют судить о сезонных изменениях циркуляции атмосферы, вызванных различным поступлением солнечной радиации в течение года.

В январе в северной Атлантике и в северном Тихом океане наблюдаются области низкого давления, называемые Исландской и Алеутской депрессиями, и области высокого давления над Канадой и Азией, называемые Канадским и Сибирским антициклонами. Депрессии существуют в районах, где часты циклоны, которые по мере продвижения на восток и северо-восток постепенно заполняются и уступают место антициклонам. Азиатский и Канадский антициклоны возникают только благодаря существованию на этих широтах обширных континентов — Северной Америки и Евразии. В этих районах зимой антициклоны преобладают над циклонами. Летом над материками происходит коренная перестройка барического поля и циркуляции, и зона образования циклонов в Северном полушарии смещается в более высокие широты.

В умеренных широтах Южного полушария циклоны, возникающие над однородной океанической поверхностью, двигаясь на юго-восток, встречают ледяной купол Антарктиды, когда в их центре самое низкое давление воздуха. Здесь циклоны застаиваются. Этот процесс происходит зимой и летом. Поэтому Антарктида окружена поясом низкого давления с циклоническими центрами.

Циркуляция атмосферы в субтропических широтах различна над океанами и в районах соприкосновения материков и океанов. На космических снимках видно, что над Атлантическим и Тихим океанами и в Северном и Южном полушариях в субтропиках имеются области высокого давления воздуха: это Азорский и Южноатлантический субтропические антициклоны в Атлантике и Гавайский и Южнотихоокеанский субтропические антициклоны в Тихом океане. Здесь зимой и летом давление высокое. В южной части Индийского океана также круглый год расположен антициклон, называемый Маскаренским.

АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ и ВОЗДУШНЫЕ ТЕЧЕНИЯ



В отличие от океанов, в Азии, Северной Африке и отчасти в Мексике ситуация от зимы к лету полностью меняется. Если зимой над Азией господствовал Сибирский антициклон, южная периферия которого захватывала субтропики, а на Северную Африку распространялся отрог Азорского антициклона, то летом вся Азия занята обширной областью низкого давления, центр которой располагается над Аравией, Иранским нагорьем и Сахарой. Такое различное распределение давления в субтропиках над океанами и материками и разное изменение давления от зимы к лету определяют две системы циркуляции глобального масштаба: пассатную над океанами и муссонную в области соприкосновения материка и океана.■

В антициклоне, как мы знаем, ветры в Северном полушарии дуют по часовой стрелке, а в Южном полушарии — против часовой стрелки. Поэтому на экваториальной стороне Азорского и Гавайского антициклонов дуют северо-восточные ветры, которые по мере продвижения к центру океанов становятся восточными, а при приближении к Южной Америке и к Филиппинским островам – юго-восточными. Эти ветры и есть **северо-восточный пассат**.

В Южном полушарии на экваториальной стороне Южноатлантического, Маскаренского и Южнотихоокеанского антициклонов дуют юго-восточные ветры — **юго-восточный пассат**. Поскольку в субтропиках Северного и Южного полушарий высокое давление и антициклоны существуют в течение всего года и только меняют интенсивность, то и пассатные ветры существуют в течение всего года, являясь самыми устойчивыми ветрами в мире. Именно этим воспользовались Х. Колумб и Т. Хейердал в своих экспедициях.■

В субтропических антициклонах, как в антициклонах вообще, наблюдаются нисходящие движения воздуха, которые препятствуют образованию облачности выше 1,5 км. Только в нижнем полуторакилометровом слое над океаном может образоваться кучевая облачность, связанная с восходящими движениями в относительно холодном пассатном потоке, текущем над теплым тропическим океаном. Но оседание воздуха в верхних слоях препятствует дальнейшему росту облаков. Поэтому в области пассатов никогда не бывает существенных осадков, и просторы океанов под субтропическими антициклонами — это морские пустыни с влажным воздухом без осадков. Именно поэтому над океанами в субтропиках космонавты не видят облачных систем.

Теперь рассмотрим ситуацию, которая складывается там, где евразиатский материк граничит с северной частью Индийского океана, а также западной частью Тихого



В древности на камышовых лодках ходили и по озерам, и по морям. Последние лодки такого типа сохранились у индейцев на берегу Калифорнийского залива.

Замечательный ученый и путешественник XX в. **Тур Хейердал** (1914) для доказательства возможности заселения островов Полинезии в Тихом океане выходцами из Южной Америки решил воспользоваться плавучим средством, которое было в ходу у жителей Перу еще до империи инков — плотом из бальсового дерева, которое не тонет при долгом нахождении в воде. Он связал плот из бальсы, назвал его «Кон-Тики» (что означает Солнце-Тики — божество предков полинезийцев) и под парусом проплыл с пятью товарищами на борту из Кальяо (Перу) через Тихий океан до атолла Рароиа (архипелаг Туамоту) за 101 сутки. В начале пути плот несло Перуанское течение (течение Гумбольдта) и юго-восточный пассат, а затем он двигался увлекаемый восточным пассатом Тихого океана, который не затихал ни на один день.■

Изучая культуру Древнего Египта и Месопотамии и культуры ольмеков, ацтеков, майя в Центральной Америке, Тур Хейердал высказал гипотезу, что культура Древнего Египта была перенесена в Центральную Америку людьми, плававшими на папирусных лодках через Атлантический океан. Для доказательства этой гипотезы он с шестью товарищами предпринял плавание на папирусной лодке «Ра-1». Из-за недостаточного соответствия папирусной лодки «Ра-1» древнеегипетским лодка не дошла нескольких десятков километров до Америки и развалилась. На следующий год Хейердал повторил эксперимент, но новую папирусную лодку вязали индейцы с озера Титикака в Центральных Андах, которым это искусство передавалось от отцов в течение тысячелетий. Лодка «Ра-2» в точности соответствовала древнеегипетским изображениям. На этой папирусной лодке Хейердал с семью товарищами, выйдя из Марокканского порта Сафи 16 мая, уже 12 июля достиг острова Барбадос у берегов Южной Америки. Лодка, подгоняемая северо-восточным, а в середине океана восточным пассатом, пересекла Атлантический океан за 57 дней и проделала 6100 км.■



На таких лодках древние мореплаватели переплывали море.

Туром Хейердалом было доказано, что задолго до испанцев мореплаватели Средиземноморья могли пересекать на папирусных лодках Атлантический океан, а моряки из Перу на бальсовых плотах пересекать Тихий океан, увлекаемые самыми устойчивыми ветрами в мире — пассатами.■

«Ра» в океане.



океана. Зимой давление воздуха убывает от Азии в направлении экватора, т. е. барический градиент направлен с севера на юг. Это вызывает отток воздуха из Сибирского антициклона на юго-восток, поскольку оттоку на юг препятствуют горные системы Центральной Азии. Затем северо-западный поток под влиянием силы Кориолиса Северного полушария, выходя на морскую поверхность, становится северо-восточным. Далее воздух течет вдоль восточного побережья Азии, попутно прогреваясь и увлажняясь от океана. Наконец он пересекает экватор и под влиянием силы Кориолиса, только теперь Южного полушария, снова становится северо-западным и достигает Индонезии и Северной Австралии. Это и есть Азиатский зимний муссон, который для Индонезии и Австралии, конечно, летний. Набрав по дороге влагу, он несет обильные дожди Индонезии и Северной Австралии.

Под влиянием того же барического градиента сухие тропические воздушные массы Передней Азии, Индостана и Индокитая в виде северо-восточного потока текут над севером Индийского океана, пересекают экватор и под влиянием силы Кориолиса Южного полушария становятся северо-западными. В Индийском океане они встречаются с юго-восточным пассатом Индийского океана.

В это время в Западной Африке дует сухой горячий северо-восточный ветер, который называется харматан. Это зимний муссон, который создает сухой сезон в Сахели — обширной саванне южнее Сахары.

Летом там, где соседствует евразиатский материк с Индийским океаном и Западная Африка с Гвинейским заливом, барическое поле полностью меняется. Теперь барический градиент направлен с юга на север, от Маскаренского антициклона и Южноатлантического антициклона в область Азиатской термической депрессии и в ее ложбину над Сахарой. В связи с этим юго-восточный пассат в Индийском океане пересекает экватор. Под влиянием силы Кориолиса Северного полушария воздушный поток постепенно отклоняется вправо и становится юго-западным. В мае этот юго-западный поток достигает Шри-Ланки, Мьянмы, севера Таиланда, Лаоса, Камбоджи и севера Малайзии. В начале июня юго-западный поток захватывает весь

Прародительница «Ра». На подобной лодке Тур Хейердал достиг берегов Южной Америки.



полуостров Индостан, позже он доходит до северо-западной Индии. Так, в Дели он приходит в июле. Этот юго-западный поток и есть Индийский муссон, который приносит летом дожди в Индию, покидая самый юг Индии в декабре. В этих странах дождливый сезон, связанный с юго-западным муссоном, начинается в мае и кончается в октябре — ноябре.■

Меридиональный барический градиент, направленный на север, создает условия для возникновения юго-западного потока влажного воздуха из южной Атлантики и Гвинейского залива, который распространяется на саванны Сахели и Судана с мая по октябрь. Этот летний западноафриканский муссон является единственным источником дождей для Судано-Сахельской зоны, и от его интенсивности зависит жизнь людей, а то и целых государств. Так, ослабление летнего муссона в Сахели в 70 — 80-е гг. привело к катастрофическим последствиям для населения и массовой гибели домашнего скота.■

В экваториальной зоне зимой и летом наблюдается низкое давление, опоясывающее весь земной шар. Эта полоса низкого давления называется **экваториальной ложбиной**.

Зимой экваториальная ложбина Северного полушария занимает самое южное положение, а летом — самое северное. Но это смещение неодинаково на различных долготах: оно наименьшее в области распространения пассатов и наибольшее в области господства муссонов. Над океанами к центру экваториальной ложбины устремляются два пассатных потока из Северного и Южного полушарий. Северо-восточный пассат Северного полушария и юго-восточный пассат Южного полушария направлены навстречу друг другу. Поэтому на линии самого низкого давления они сталкиваются, образуя так называемую внутритропическую зону конвергенции (конвергенция – «сходимость»). Условием длительного поддержания зоны конвергенции (а она существует круглый год) являются восходящие движения воздуха и отток воздуха выше пассатов к субтропикам. Иначе сходящиеся воздушные потоки пассатов быстро заполнили бы ложбину.

Во влажном тропическом воздухе восходящие движения воздуха приводят к образованию мощных кучево-дождевых облаков, облачных скоплений протяженностью 100 — 200 км, которые и видят космонавты. Из облачных скоплений выпадают ливни. Таким образом, внутритропическая зона конвергенции является местом, где дожди выливаются из водяного пара, собранного пассатами над океанами. В верхних частях тропосферы (10 — 16 км) действительно наблюдаются воздушные течения, направленные из зоны конвергенции к субтропическим антициклонам. Здесь этот воздух опускается. К оседанию воздуха в антициклонах, пришедших из умеренных широт, добавляется снижение воздуха, пришедшего из внутритропической зоны конвергенции.

Приток пассатов к экватору в нижней части тропосферы, его подъем в зоне конвергенции, затем отток воздуха в верхней тропосфере к субтропическим антициклонам и там опускание образуют так называемую ячейку Хэдли (Гадлея), по имени английского ученого, описавшего это явление в 1735 г.

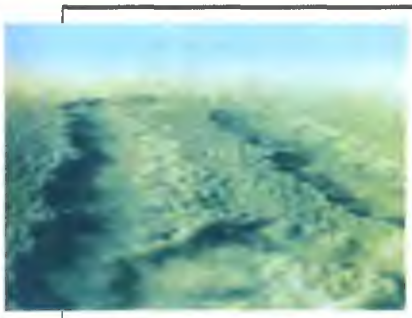
В области муссонной циркуляции также образуется зона конвергенции: зимой при встрече муссона с юго-восточным пассатом Маскаренского антициклона, северным летом — при встрече муссона с континентальным тропическим воздухом Азии и Сахары.

Юго-западный муссон имеет огромное значение для жизни и хозяйства народов, населяющих Индию и Юго-Восточную Азию, являясь источником воды. В Индии 75% дождей выпадает во время юго-западного муссона. Задержка муссона или его перерывы создают катастрофические ситуации в сельском хозяйстве.■

С 1405 до 1433 г. семь китайских экспедиций под предводительством китайского мореплавателя Чжэн Хэ прошли Великим муссонным путем от устья реки Янцзы к Индии и восточным берегам Африки. О масштабах этих экспедиций можно судить по первой экспедиции, которая состояла из 62 кораблей с 27 800 участниками. Эти экспедиции были возможны потому, что китайцы знали законы муссонных ветров: они выходили из Китая в море в конце ноября — начале декабря, когда дует северо-восточный зимний муссон и, пользуясь попутным ветром, достигали Индии и Восточной Африки. А возвращались в Китай в мае — июне, когда устанавливается летний юго-западный муссон, который в Южно-Китайском море становится южным.■

Тропический лес (Борнео).





Иногда, чтобы вызвать дождь, на облака с самолета сбрасывают «зародыши» кристаллизации (сухой лед или кристаллы йодистого серебра), на которых начинают расти снежинки. По пути к земле снежинки превращаются в капли дождя. На фотографии вверху виден результат воздействия таких веществ, рассеянных с самолета на облако.

Международный тропический эксперимент АТЭП состоялся в 1974 г. с 17 июня по 23 сентября. В нем участвовали 39 исследовательских судов: 13 судов СССР, 9 судов США, 3 судна ФРГ, 4 судна Франции, 4 судна Великобритании, 1 судно Канады, 1 судно Нидерландов, 2 судна Бразилии, 1 судно Мексики, 1 судно ГДР, 12 исследовательских самолетов (из них 2 – СССР), геостационарный спутник ГЕОС-1 (США) и 9 полярно-орбитальных спутников («Метеор» и «Тайрос»), а также аэрологические станции на материках.■

Наводнение в Эквадоре.



Сезонное смещение внутритропической зоны конвергенции, образованной пассатами, очень небольшое — 3 — 5° вдоль меридиана, а сезонное смещение муссонной зоны конвергенции большое, порядка 25° вдоль меридиана, что вносит определенное различие в эти зоны, выражающееся, в частности, в форме и размерах конвективных облачных скоплений.■

О распределении давления и преобладающих воздушных течениях, которые наблюдаются у поверхности земли, мы рассказали выше. Замечательно, что такие же воздушные течения и распределение давления наблюдаются в нижнем слое атмосферы от поверхности до высоты 1,5 км. Если же подниматься во все более высокие слои атмосферы, то характер воздушных течений (и поле давления) постепенно изменяется. Эти изменения все больше определяются распределением температуры на земном шаре: ее контрастом между полюсами и тропиками. Так, на высоте 10 – 12 км над холодными Арктикой и Антарктидой круглый год существуют огромные циклонические вихри, на периферии которых в умеренных широтах Северного и Южного полушарий господствуют западные воздушные течения. Эти западные воздушные течения неустойчивы: в них все время возникают волны длиной 5 – 6 тыс. км. В передней части такой волны, от ложбины до гребня у земли, возникают циклоны, в тыловой части от гребня до ложбины – антициклоны.

Субтропические антициклоны – это высокие теплые образования, они захватывают своей циркуляцией всю тропосферу. Поэтому границей западных воздушных течений умеренных широт служит обращенная к полюсам периферия субтропических антициклонов. Здесь как раз и возникают самые сильные западные ветры – субтропическое струйное течение, где скорость западного ветра всегда более 100 км/ч, а иногда и 200 – 250 км/ч.

На периферии субтропических антициклонов, обращенной к экватору, дуют восточные ветры. Таким образом, в тропиках наблюдаются восточные воздушные течения. Ветви этих течений направлены к субтропическим антициклонам и образуют ячейку Хэдли.

Если подняться еще выше, скажем, на высоту 25 км, то там характер воздушных течений определяется временем года. Летом над всем полушарием господствуют восточные ветры в огромном антициклоне, покрывающем полушарие с центром над полюсом. В это же время над другим полушарием властвует циклон с центром над полюсом, который создает западные воздушные течения. Итак, эти барические системы и ветры все время меняются: в июне, июле и августе – антициклон и восточные ветры в Северном полушарии, циклоны и западные ветры – в Южном полушарии; в декабре, январе и феврале – антициклон и восточные ветры в Южном полушарии, циклон и западные ветры – в Северном полушарии.■



Солнце на закате иногда кажется огромным. Это результат оптических свойств атмосферы.

Рефракция в атмосфере — преломление лучей света на пути к поверхности Земли. Если бы атмосфера была однородной, то, преломившись на ее верхней границе, лучи распространялись бы дальше прямолинейно. Однако плотность воздуха от границы атмосферы до поверхности Земли постепенно увеличивается, лучи света преломляются непрерывно, и их пути представляют собой кривые, вогнутостью обращенные к Земле. Вот почему многие предметы, в том числе Солнце и другие светила, кажутся выше того положения, которое они в действительности занимают.■

Чем чище воздух, тем более голубым выглядит небо. В средней полосе Северного полушария это особенно заметно при холодных вторжениях свободного от примесей арктического воздуха.



Необычные явления в атмосфере

Огни Святого Эльма и миражи, полярное сияние и радуга, небесные венцы и ореолы... Эти и другие атмосферные явления на протяжении многих столетий оставались для людей загадкой, чудесной и пугающей, которую часто толковали как знамение.

В настоящее время все эти явления получили научное объяснение. Например, миражи. При необычном распределении плотности в нижних слоях воздуха может происходить аномальная рефракция (преломление) света. В этом случае кроме реальных предметов видны также мнимые их изображения — **миражи**. Многие путешественники становились их жертвами. Миражи бывают разные, в зависимости от того, в каком направлении увеличивается или уменьшается плотность воздуха. Пустынный мираж — это так называемый нижний мираж. Он возникает, когда над раскаленной поверхностью в результате интенсивных восходящих движений плотность воздуха в приземном слое с высотой начинает возрастать. Тогда траектория луча оказывается выпуклой вниз, и изображение дальнего предмета может быть видно ниже его реального положения, причем вверх ногами. В давние времена путники, для того чтобы убедиться, видят ли они мираж или реальные предметы, разжигали костер: если в пустыне было хотя бы небольшое движение воздуха, то стелющийся по земле дым быстро разгонял мираж. Существуют боковые и верхние миражи. Верхние миражи чаще возникают в полярных районах.■



Мираж. Холмистое побережье и вода — лишь видение над раскаленным песком.

Изображения далеких предметов кажутся иногда колеблющимися. Лучше всего это видно ночью, мерцающие звезды меняют яркость, а иногда и цвет. Происходит это из-за того, что температура перемещающегося воздуха и его плотность изменяются в атмосфере, благодаря чему меняется показатель преломления воздуха. Часто такое происходит в результате усиления ветра в слое под тропопаузой, поэтому **мерцание звезд** может служить признаком надвигающейся смены погоды.■

Голубой цвет неба тоже не случаен. Это результат рассеяния солнечного света на молекулах газа, которые в силу своего размера из всего солнечного спектра лучше рассеивают голубые лучи. Чем безоблачнее и чище от примесей небо, тем более голубой цвет оно имеет, поскольку голубые лучи, многократно рассеянные молекулами газа, начинают



Наиболее богаты оттенками цвета зари при наличии в атмосфере различных примесей и облаков, меняющих солнечный спектр по мере прохождения лучей сквозь атмосферу.

Рассеяние на молекулах газа и более крупных по сравнению с ними аэрозолях происходит по-разному. В случае, когда длина волны и радиус частицы сопоставимы по величине, более интенсивно рассеиваются длинные волны. Тогда рассеянный свет приобретает желтоватый или красноватый оттенок. На малых частицах рассеяние слабо зависит от длины волны, поэтому свет, рассеиваемый частицами облаков и туманов, остается белым.■

преобладать над остальными. Синими в морозный солнечный день видятся тени на снегу, освещенные рассеянным светом неба. На фоне далеких черных гор освещенный солнцем воздух тоже кажется голубоватым. С высотой уменьшается количество рассеивающих частиц, цвет неба становится темнее, переходя постепенно к густо-фиолетовому и черному.■

Диск Солнца нам видится желтым. Это объясняется тем, что энергия разных длин волн видимого излучения Солнца по мере прохождения сквозь атмосферу уменьшается неравномерно. Быстрее всего это происходит у наиболее коротких волн — синих и фиолетовых. Чем длиннее путь света через атмосферу, тем больше его рассеяние. Поэтому, чем ниже Солнце стоит над горизонтом, чем больше толща атмосферы, через которую проходят солнечные лучи, «теряя» короткие волны, тем более желтым оно нам видится. Если в воздухе много пыли или капель и кристаллов, то у горизонта цвет Солнца может приближаться к красному.

Удивительны цвета зари — от золотисто-желтого до пурпурного. **Заря** — совокупность световых явлений, связанных с восходом или закатом Солнца. Заря — это сложное сочетание процессов рассеяния, преломления, дифракции лучей солнечного света в различных слоях атмосферы. Краски зари и их интенсивность зависят от содержания частиц пыли и водяного пара в атмосфере. При сильных вулканических извержениях в атмосферу попадает огромное количество пыли и пепла. Такие частицы усиливают рассеяние солнечного света и обусловливают необычайно яркие зори. Примером может служить извержение вулкана Кракатау (Индонезия) в 1883 г., когда огромные массы вулканического пепла были подняты на высоту свыше 50 км. Воздушными течениями они были разнесены по всему земному шару и больше года вызывали аномально светлые и продолжительные зори. В части небосвода, противоположной закату Солнца, наблюдается **противозаря**. Там также происходит смена цветовых тонов от пурпурных до фиолетовых. С наступлением сумерек в этой части небосвода появляется тень Земли серо-голубого цвета. На темном небе, после окончания или перед началом астрономических сумерек, можно наблюдать явление **зодиакального света**. Это нежное сияние над невидимым Солнцем в



Закат над морем особенно красив. Краски неба переходят в синеву воды, и золотистая дорожка устремляется к солнцу.



Увидеть радугу можно, если встать спиной к Солнцу, а лицом – к пелене водяных капель, взвешенных в воздухе.

Перламутровые тонкие облака, приобретающие в сумерках яркие радужные цвета, довольно редко наблюдаются в стратосфере, на высотах 17 — 32 км. Их эффектные цвета – результат дифракции света на кристаллах льда.■



Гало вокруг Солнца свидетельствует о наличии облаков верхнего яруса (перистых), состоящих из кристаллов льда.

Ложные солнца (слева и справа от настоящего Солнца) в сочетании с гало.



форме наклонного конуса, направленного по эклиптике. Предполагают, что зодиакальный свет – результат рассеяния солнечного света космической (метеорной) пылью.■

Явление «зеленого луча» объясняется рефракцией — преломлением света. Увидеть «зеленый луч» считается хорошей приметой. «Зеленый луч» — кратковременная вспышка зеленого цвета на верхней границе солнечного диска. Это явление наблюдается при восходе или заходе Солнца и объясняется атмосферной рефракцией, которая как бы приподнимает светило над горизонтом. С уменьшением длины волны влияние рефракции усиливается, поэтому получается, что «зеленое» Солнце заходит чуть позже «красного» и мы видим «зеленый луч».

Радуга — цветная дуга с центром в точке, противоположной Солнцу. Радуга появляется на фоне дождя или дождевого облака. Радуг может быть несколько. Внешняя часть главной радуги (радиусом 42°) имеет красный цвет, за ним следуют оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый. Над главной радугой бывает и вторая, с обратным расположением цветов. Явление радуги объясняется преломлением света в сравнительно крупных каплях воды.■

Гало — светлые, преимущественно окрашенные круги или дуги, светлые столбы или пятна около Солнца или Луны. Гало возникает в случаях, когда преломление света происходит не в каплях, а в кристаллах льда, находящихся, например, в перисто-слоистых облаках. Чаще всего наблюдается гало с угловым радиусом 22° — светлый круг вокруг диска Солнца или Луны. С внутренней стороны гало имеет наиболее яркую окраску и может приобретать красноватый оттенок, переходящий к внешнему краю в желтый и голубоватый, а затем в белесый, сливаясь с окраской неба. Реже бывает виден больший круг с угловым радиусом 46°. Иногда возникает также и белый горизонтальный круг, зачастую охватывающий все небо. На его пересечении с вертикальным малым кругом могут появляться ложные солнца и луны.■

Венцы (называемые также ореолом) могут наблюдаться вокруг Солнца или Луны в полупрозрачных облаках (высококучевых или высокослоистых). Эти светлые круги, яснее всего в которых различимы красный и зеленый цвета, примыкают близко к диску светила. Венцы могут располагаться в виде нескольких вложенных друг в друга колец. Такое оптическое явление вызвано дифракцией (от лат. diffractus – разломанный) света на мельчайших капельках воды облаков или туманов. Это явление может наблюдаться и при искусственных источниках света.

Цветной венец может образоваться вокруг тени, отбрасываемой самолетом на нижележащие облака, или тени человека на росистом лугу. Такую разновидность венцов называют **глория**. «Броккенским призраком» (по имени горы Броккен в Саксонии) прозвали глорию, возникшую вокруг тени головы наблюдателя на близкой поверхности облачной гряды или на стене тумана (это чаще всего происходит в горах). Искажение расстояния до тени дает эффект гигантской призрачной фигуры, вокруг головы которой могут возникать цветные кольца.■

Полярное сияние — эффектное, со сполохами свечение неба. Оно нередко наблюдается в высоких широтах Северного и Южного полушарий. **Полярное сияние** возникает благодаря люминесценции (свечению) разреженного воздуха на высотах от нескольких десятков до сотен километров. В период возмущений магнитного поля Земли заряженные частицы (электроны и протоны), движущиеся вдоль магнитных силовых линий, вторгаются в атмосферу, опускаясь до высот 100 — 150 км. Там они начинают сталкиваться с атомами и молекулами атмосферного газа, которые, возбуждаясь, в свою очередь излучают свет. Полярное сияние наблюдается одновременно в обоих полушариях на всех долготах в полосе шириной около 100 км и меньше. Наиболее частая повторяемость этого явления зафиксирована в полосе 20 — 25° от полюсов. Именно здесь магнитные силовые линии входят в атмосферу. Бывают и исключения. Так, в 1872 г. жители города Переславля наблюдали необыкновенное полыхающее небо.

Быстрые изменения окраски, интенсивности и положения полярного сияния создают неповторимые по красоте картины, бегущие по небу. Формы полярного сияния разнообразны — дуги, лучи, ленты, короны и общее свечение. Наиболее часто полярное сияние окрашено в голубовато-белые или желто-зеленые тона, реже в красные и фиолетовые. Его продолжительность может составлять от десятков минут до нескольких суток.■

Огни Святого Эльма — еще одно явление, связанное с электрическими свойствами атмосферы. Оно во все времена пугало суеверных моряков, а это всего лишь разряды в виде светящихся пучков, которые возникают на острых концах высоких предметов (мачт, башен и т. д.) при очень большой напряженности электрического поля в атмосфере (при грозах, метелях, пыльных бурях). Это «странное» явления периодически наблюдалось в грозовую погоду в виде свечения над средневековыми башнями церкви Святого Эльма, отсюда и получило свое название **«огни Святого Эльма»**. В древние времена возникающее вокруг башен и корабельных мачт свечение в виде пучков часто принимали за недобрый знак судьбы.■

Шаровая молния — это светящийся шар диаметром в десятки сантиметров. Он перемещается вместе с движением воздуха и может взрываться при соприкосновении с наземными предметами. По некоторым предположениям, источник зарождения **шаровой молнии** — раскаленный канал обычной молнии, а ее состав — неустойчивые соединения азота и кислорода, на образование которых требуются большие затраты энергии. При охлаждении до некоторой критической температуры вещество шаровой молнии мгновенно распадается на азот и кислород с выделением поглощенной энергии, в результате чего происходит взрыв.■



Запах озона во время грозы — результат огромной энергии молний. Этой энергии хватает, чтобы разорвать связи между атомами кислорода в молекуле O_2. Тогда один из атомов (O) взаимодействует с молекулой кислорода (O_2), образуя озон (O_3).

«В январе месяце сего года с 23 по 24 числа (ст. ст.) вечером с 7-ми часов видимо было над Переславлем необыкновенное северное сияние, продолжавшееся до 2-х часов пополуночи». Эта запись сделана протоиереем Федором Приклонским. (Выписка из церковноприходской летописи Покровской церкви в Переславле за 1872 г.)■

Согласно мифологии, созвездие Близнецы получило свое название в честь братьев Кастора и Поллукса, сыновей Зевса. В древности братья считались покровителями моряков. Если на мачтах кораблей в грозу появлялись огни Святого Эльма, это означало, что сестра близнецов прекрасная Елена навещает своих братьев.■



Полярное сияние.

Иногда бегущие картины полярного сияния приобретают причудливые формы, смущая воображение людей «драконами» и «летающими тарелками».



Климат

За последний миллион лет неоднократно происходили резкие изменения температурного режима, сопровождавшиеся изменениями криосферы и уровня Мирового океана. Последняя холодная ледниковая эпоха (с экстремальными значениями около 20 тыс. лет назад) достаточно быстро сменилась потеплением межледниковья, пик которого наблюдался 5 – 6 тыс. лет назад. В последнюю тысячу лет наиболее ярким событием была так называемая малая ледниковая эпоха.■

Первоначально понятие «климат» использовали как одну из физико-географических характеристик какой-либо территории наряду с описанием особенностей рельефа, почвенного покрова, растительности и т. д. Однако постепенно пришло понимание того, что многие природные процессы, иногда разнонаправленно протекающие в регионах и по-разному выраженные, есть не что иное, как проявление единых процессов планетарного масштаба, таких, например, как глобальное потепление, рост уровня Мирового океана, разрушение озонового слоя. В связи с этим понятие «климат», или «глобальный климат», стали использовать для характеристики глобального гидрометеорологического состояния природной среды.

Понятие «глобальный климат» характеризует состояние температурного режима и увлажнения, циркуляцию атмосферы и океана. Это понятие может быть применено для любой планеты. Климатическая система планеты Земля объединяет те элементы географической оболочки (атмосфера, океан, суша, криосфера, биосфера), в которых протекают процессы перераспределения тепла между разными регионами.

Особенности климатического режима Земли определяются притоком тепловой энергии от Солнца (приток внутреннего тепла составляет 0,05% от величины солнечной постоянной). Поступающая энергия имеет сезонный характер и зависит от широты места, при этом в сумме за год низкие широты получают гораздо больше энергии, чем высокие.

Солнечная энергия, проходя сквозь атмосферу, достигает поверхности. Часть ее отражается, оставшаяся же часть нагревает сушу или океан. Остывание суши и океана происходит в результате собственного инфракрасного излучения. Часть инфракрасной радиации покидает планету, уходя в космическое пространство. Она блокируется парниковым эффектом, который создается главным образом водяным паром. Помимо него, важную роль здесь играют так называемые парниковые газы, обладающие полосами поглощения в инфракрасной области. Это углекислый газ CO_2, метан CH_4, закись азота N_2O, озон O_3 и так называемые фреоны (CCl_3F, CCl_2F_2 и др.). Из аэрозольных соединений — углерод (сажа).

В масштабах планеты приход солнечного тепла уравновешивается уходящей радиацией. В тропиках приход солнечной энергии превышает уходящее излучение, этот избыток тепла выносится в высокие широты. Перенос тепла осуществляется циркуляционными системами атмосферы и океана, причем главную роль играют вихри в атмосфере и океане.■

Если бы в климатической системе не было других механизмов, кроме альбедной обратной связи, то это превратило бы нашу планету в «белую Землю», т. е. полностью покрытую снегом и льдом. К счастью, этого не происходит, поскольку при снижении температуры в высоких широтах усиливается контрастность температур между полярными и тропическими районами, что способствует образованию атмосферных вихрей, которые, перенося тепло в высокие широты, останавливают продвижение снежно-ледовой границы.■

Обилие тепла и влаги в тропиках создает большое разнообразие растительности.



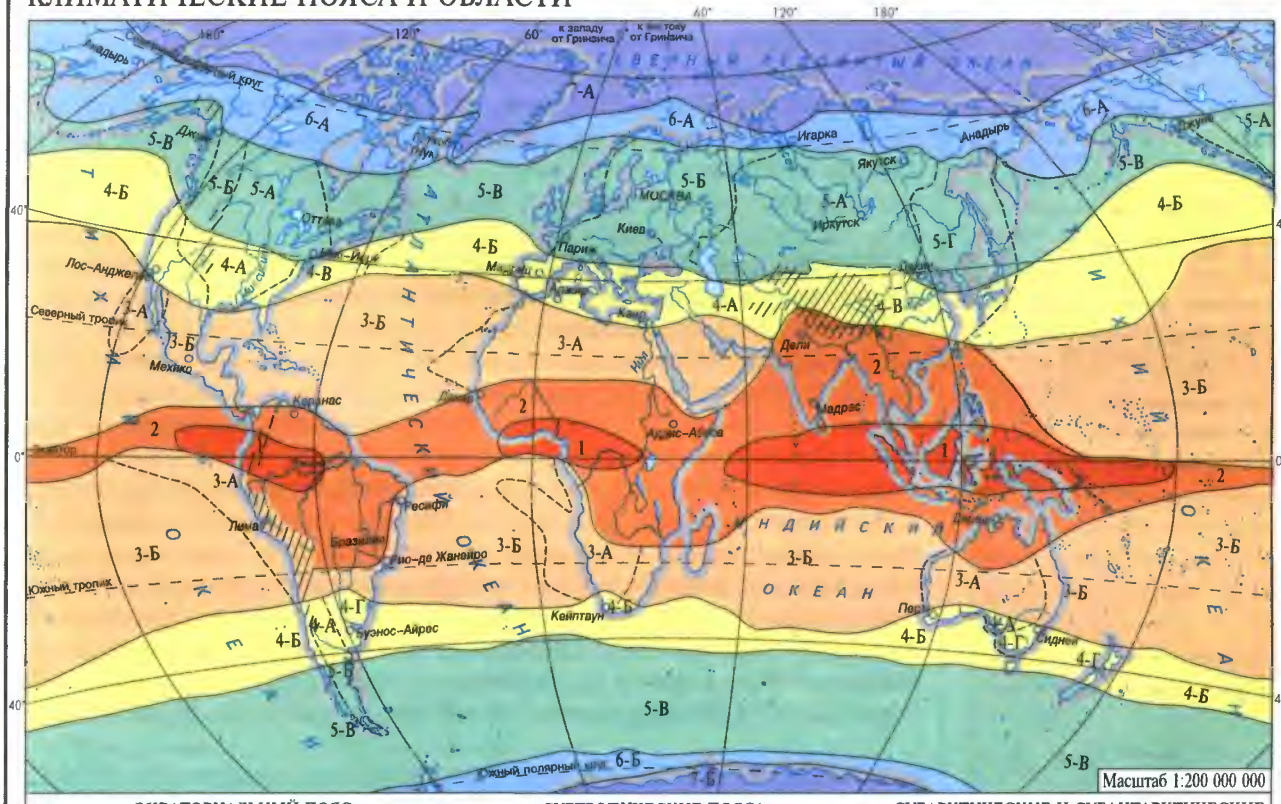
Какие же функции в климатической системе исполняют ее составляющие? Атмосфера создает парниковый эффект, осуществляет межрегиональный перенос тепла и влаги. Океан обеспечивает атмосферу и сушу влагой, осуществляет межширотный перенос тепла и в летнее полугодие накапливает тепло, которое зимой затрачивается на нагревание. Климатологическая функция криосферы состоит главным образом в том, что ее наземные компоненты (ледники, морские льды, снежный покров) обладают способностью эффективно отражать сол-



Снежный покров хорошо отражает солнечную радиацию.

нечную радиацию (т. е. имеют **большое альбедо**), влияя таким образом на тепловой баланс. Функция же биосферы — постоянное производство атмосферного кислорода в процессе фотосинтеза. Суша обладает рядом свойств отражательного характера, что сказывается на формировании глобального климата. Эту роль исполняют высшие растения, обитающие на суше.■

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОЯСА И ОБЛАСТИ



ЭКВАТОРИАЛЬНЫЙ ПОЯС

1 Слабые неустойчивые ветры. Жарко и влажно. Сезонные колебания температуры и влажности воздуха очень малы

СУБЭКВАТОРИАЛЬНЫЕ ПОЯСА

2 Летом - экваториальные, зимой - тропические воздушные массы. Зима немного прохладнее лета, но отличается сухостью. На океане возникают тропические циклоны

ТРОПИЧЕСКИЕ ПОЯСА

3 Преобладают пассаты. Хорошо заметны сезонные изменения температуры воздуха, особенно на материках

Области тропического климата

3-А пустынного

3-Б влажного

СУБТРОПИЧЕСКИЕ ПОЯСА

4 Летом - тропические, зимой - умеренные воздушные массы. Значительные сезонные различия температуры и осадков. Возможны снегопады

Области субтропического климата

4-А континентального

4-Б средиземноморского

4-В муссонного

4-Г с равномерным увлажнением

УМЕРЕННЫЕ ПОЯСА

5 Ветры западные. На материках зимой - снежный покров. На океанах Южного полушария встречаются плавучие льды

Области умеренного климата

5-А континентального

5-Б умеренно континентального

5-В морского

5-Г муссонного

СУБАРКТИЧЕСКИЕ И СУБАНТАРКТИЧЕСКИЕ ПОЯСА

6 Летом - умеренные, зимой - арктические и антарктические воздушные массы. Большие сезонные колебания температуры. На материках - сплошное распространение многолетней мерзлоты почвы. На океанах - плавучие льды

6-А Климат субарктический

6-Б Климат субантарктический с прохладным сырым летом и холодной зимой

АРКТИЧЕСКИЙ И АНТАРКТИЧЕСКИЙ ПОЯСА

7 Очень холодная зима и холодное лето. Осадков выпадает мало

7-А Климат арктический

7-Б Климат антарктический с наиболее холодной на земном шаре зимой

Области высокогорного климата

Границы климатических поясов

Границы климатических областей

В сценарий роста уровня Мирового океана не включены маловероятные гипотетические события. Одно из них – катастрофическое разрушение Западно-Антарктического ледникового покрова. Гипотеза базируется на том, что эта часть «южной полярной шапки» располагается на архипелаге. Теоретически можно предполагать, что рост температуры и повышение уровня океана приведут к тому, что эта «шапка» всплывет и далее лед, разрушившись на отдельные фрагменты, растает в течение нескольких лет. При этом рост уровня океана может составить несколько метров. Однако пока не существует серьезных теоретических разработок, доказывающих, что ледниковый щит будет вести себя именно таким образом. К тому же в прошлом такого рода события никогда не наблюдались, хотя глобальные потепления имели место неоднократно.■



Снежный покров в горах имеет большое альбедо.

Формирование климата происходит не только в результате нагревания Земли солнечными лучами. Процесс усложняется так называемыми обратными связями. Одна из них — обратная связь между температурой и интенсивностью парникового эффекта. Так, если температура растет, то содержание влаги в воздухе увеличивается, что в свою очередь дополнительно блокирует инфракрасную радиацию, поднимающуюся от поверхности, а это влияет на дальнейший рост температуры. Итак, налицо самоусиливающийся процесс.

Другой пример климатической обратной связи — так называемая **альбедная обратная связь**, суть которой состоит в том, что снижение температуры земной поверхности ниже обычной вызывает смещение границы морских льдов и снежного покрова на континентах в сторону низких широт. Увеличение площади, занятой снегом и льдом, увеличивает относительную долю земной поверхности, обладающей хорошими отражательными свойствами, а рост альбедо уменьшает приход солнечной радиации и снижает температуру. Снижение же температуры вновь активизирует данный процесс и т. д.■

Взаимодействие между элементами климатической системы порождает колебания климата: от самых длительных (сопоставимых с эволюцией Земли) до самых коротких (порядка долей секунды). Самые длительные колебания климата, наблюдавшиеся на протяжении геологической истории Земли, происходили под влиянием двух факторов: это медленное нарастание светимости Солнца и пульсирующий процесс тектонической активности, под действием которого в атмосфере меняется содержание углекислого газа, т. е. происходит усиление или ослабление парникового эффекта. Именно ослаблением парникового эффекта вызвано похолодание в период кайнозойской эры, длившееся около 65 млн. лет. Взаимодействие элементов климатической системы обеспечивает ее целостность и способствует самосохранению. Объяснить это можно тем, что биосфера способна путем регулирования своих свойств менять альбедо и влиять на парниковый эффект планеты, сглаживая таким образом неблагоприятные изменения окружающей среды.■



Климат не стабилен. Буквально на наших глазах (начиная с последней четверти XX в.) произошли климатические изменения. Об этом свидетельствуют резкие температурные межгодичные изменения, изменения температурных ритмов (например, потепление в 40-х гг. и похолодание в 60-х гг.), а также произошедшее повсеместное увеличение температуры – так называемое **«глобальное потепление»**. Однако не следует думать, что температура растет на всех высотах. С высотой ее рост постепенно прекращается, а в нижней стратосфере наблюдается некоторое понижение. Осадки не претерпевают каких-либо глобальных изменений. Глобальное потепление сказывается на состоянии морских льдов Северного полушария и снежного покрова на материке (их площади значительно сократились). Отреагировали на глобальное потепление и горные ледники Средней Азии, Скандинавии, Альп, Исландии. Поднялся уровень Мирового океана. Это обусловлено, во-первых, расширением воды при ее нагревании, а во-вторых, поступлением в океан определенного количества воды за счет таяния горных ледников. Как показывают измерения, ледниковые щиты Антарктиды и Гренландии находятся в равновесном состоянии. На изменение климата планеты огромное влияние оказала деятельность человека. Поскольку в атмосфере возросло содержание парниковых газов, это усилило парниковый эффект и привело к потеплению нижней тропосферы и поверхности материков и океанов.■



Одна из высочайшей в мире (более 4200 м) метеорологических станций на леднике Федченко на Памире.

Прогнозировать климат можно, только опираясь на теорию, объясняющую происхождение его изменений. В настоящее время такая теория еще создается, поэтому лишь с определенной долей уверенности (или неуверенности) можно говорить о причинах современных изменений климата и их последствиях. Для прогноза будущего состояния климата используются математические модели климатической системы и палеоаналоги, когда в прошлом находят ситуации, которые по совокупности ряда признаков (например, по уровню содержания CO_2) объявляются аналогами будущих состояний климата.■

Изменения климата на территории России с точки зрения влияния на экономику и сельское хозяйство будут носить в основном благоприятный характер. В настоящее время практически вся территория России находится в условиях достаточного увлажнения, и, следовательно, урожайность лимитируется количеством тепла, а значит, грядущее потепление должно благоприятно сказаться на сельском хозяйстве и лесной промышленности. Потепление будет способствовать экономии энергетических ресурсов, поскольку снизятся затраты на обогрев помещений. Потепление будет сопровождаться некоторым ростом осадков, что увеличит сток рек и благоприятно отразится на гидроэнергетике и водном транспорте. Потепление сократит количество льда в Северном Ледовитом океане, что сделает его более доступным для плавания. В строительстве не все так однозначно. С одной стороны, несомненна экономия строительных материалов, поскольку новые климатические условия будут более комфортны для человека, а с другой стороны, потепление вызовет (и уже вызвало) разрушение многолетнемерзлых грунтов, в результате чего разрушатся дороги, здания, нефте- и газопроводы.■

Чтобы проиллюстрировать роль биосферно-климатических связей в формировании температурного режима, была придумана модель «Мир маргариток». Мы знаем, что термический режим планеты зависит целиком от солнечной энергии и отражательных свойств Земли. Представьте, что планета населена белыми и черными цветами — маргаритками, причем их распространение зависит от температуры, но для каждого вида растения температура должна быть своя.

При увеличении количества солнечной энергии температура на планете, естественно, сначала увеличивается. При этом активно расселяются, вытесняя черные, белые цветы. Они покрывают все новые и новые территории, увеличивая альбедо. Поступление солнечного тепла соответственно уменьшается, т. е. влияние внешнего фактора подавляется биосферно-климатической связью. Аналогично, при уменьшении солнечной энергии, активно расселяются черные маргаритки, которые вытесняют белые, уменьшая альбедо и способствуя притоку тепла.

Ценность данной модели в том, что она позволяет понять биосферно-климатические связи.■



На западных склонах Анд в Колумбии выпадает до 8 тыс. мм осадков, на склонах горы Камерун (Африка) – в среднем около 10 тыс. мм в год, а в отдельные годы — 14 тыс. мм.■

Человеку в экваториальном климате жить трудно: жара, сильнейшие ливни, душный зной ночью, а в тропическом лесу, куда не пробивается солнечный свет, убивающий возбудителей болезней, человека подстерегают лихорадка, чума, амебная дизентерия, сонная болезнь, малярия и т. д.■

Влажный экваториальный лес может простираться от низменностей с мангровыми зарослями до горных склонов.



Климаты земного шара

Климаты земного шара распределяются в соответствии с широтной зональностью, которая зависит от солнечной радиации, от господствующих в умеренных широтах западных воздушных течений, а также от зон высокого и низкого атмосферного давления, вытянутых по широте.

В основу определения климатических поясов были положены географические типы воздушных масс, физические свойства которых (температура, влажность, запыленность) есть результат взаимодействия всех факторов климатообразования: солнечной радиации, земной поверхности и циркуляции атмосферы. Такая классификация климатов называется **генетической**.

В каждом из основных климатических поясов преобладает одна из воздушных масс. Именно по преобладанию какой-либо воздушной массы в каждом полушарии выделяют четыре основных **климатических пояса**: **экваториальный**, **тропический**, **умеренный**, **арктический (антарктический)**. Помимо основных поясов существуют три переходных пояса, в которых преобладающий тип воздушных масс меняется в зависимости от сезона. Это **субэкваториальный пояс**, в котором летом преобладает экваториальный воздух, а зимой — тропический; **субтропический пояс**, в котором летом преобладает тропический воздух, а зимой — умеренный; **субарктический (субантарктический)**, в котором летом преобладает умеренный воздух, а зимой — арктический (антарктический).

В свою очередь, в каждом широтном климатическом поясе в зависимости от характера земной поверхности (суша или океан) различают континентальные и океанические климаты. Помимо того, на западных и восточных окраинах континентов формируются климаты западных и восточных побережий и примыкающих к ним акваторий. В областях, где существуют горные системы, преобладает горный климат.■

В экваториальном поясе воздух формируется из тропического, который приносят сюда пассаты Северного и Южного полушарий. Поступая в приэкваториальную область пониженного давления, где ветры слабые, воздух приобретает свойства экваториального. Он не образует сплошного пояса, но присутствует в Южной Америке, Африке и Индонезии.

В экваториальном климате влаги и тепла достаточно в течение всего года. На низменностях бассейнов Амазонки и Конго, а также на островах Малайского архипелага и Новой Гвинее дни мало отличаются один от другого: сценарий неизменный. До восьми часов утра стоит сильный туман, в девять часов сквозь нависшие хмурые облака пробивается солнце, в одиннадцать уже становится невыносимо жарко. К середине дня небо покрывается темными тяжелыми кучево-дождевыми облаками, в пять часов дня разражается гроза с сильнейшим ливнем, переходящим в дождь, который льет безжалостно и равномерно почти всю ночь. Бесчисленные ручьи и реки не в состоянии принять огромную массу воды и выходят из берегов.

Классическая страна муссонного климата — Индия. Зимой здесь устанавливается сухая умеренно-теплая погода, температура воздуха – от +25 до +30°С, влажность незначительная, ветер слабый, осадки довольно редки. В это время года, когда дороги сухие, а реки легко преодолимы, население устраивает ярмарки, верующие совершают паломничество, проходят религиозные праздники.

В апреле – мае, перед началом экваториального муссона, солнце палит нещадно, устанавливается жаркая погода, температура воздуха бывает выше +40°С (редко +20, +25°С), дует горячий ветер, пересыхают реки, земля растрескивается.

Насыщенная пылью атмосфера пылает желтым цветом. На фоне сухих трав стоят серые безлистные деревья. Природа замирает в ожидании дождей. И если летний экваториальный муссон запаздывает на одну-две и даже три недели, неисчислимые бедствия обрушиваются на людей.■

В течение всего года стоит равномерная жара. Колебания температуры в течение суток гораздо значительнее разностей среднемесячных температур, поэтому здесь весь год — влажное и очень теплое лето.

Разность между температурой самого теплого месяца и температурой самого холодного месяца (годовая амплитуда) невелика — не более 4 — 5°, а в некоторых районах 1 — 2°. Температура между днем и ночью (суточная амплитуда) меняется сильнее, и разность достигает 10 — 15°. В условиях сильно увлажненной поверхности суши большая часть радиационного тепла (80 — 90%) расходуется на испарение. Поэтому средние суточные температуры воздуха сравнительно невелики и составляют +24, +28°С, а максимальные редко превышают +35° С.

Условия настолько благоприятны для растительности, что она отличается здесь удивительным разнообразием и фантастическим богатством, развиваясь необычайно бурно и создавая совершенно особое растительное сообщество — первобытный девственный тропический лес. Деревья и лианы, растения-паразиты и молодая поросль, переплетаясь, образуют несколько этажей, возвышающихся друг над другом. Листья самой разнообразной формы полностью улавливают солнечный свет, в полумраке воздух влажен и неподвижен. Над всем этим океаном листьев царят деревья-гиганты, над вершинами которых проносятся шквалы и тромбы (сухопутные смерчи) невероятной силы, вырывающие иногда эти деревья с корнем. А вот на дне лесного океана не ощущается и малейшего ветерка.

Такое понятие, как сезон, принятое в умеренных широтах, в экваториальном климате отсутствует. Лишь в периоды весеннего и осеннего равноденствия, когда солнце бывает в зените, увеличивается число дождей.■

Океанический экваториальный климат мало отличается от континентального. Над океанами температура воздуха постоянна. Ливни и грозы, как правило, бывают в ночные часы.■

Субэкваториальный климат (климат экваториальных муссонов) формируется в результате сезонной смены преобладающих воздушных течений: зимой господствуют тропические воздушные массы, на смену им летом приходит экваториальный воздух.



Несмотря на устрашающие размеры, гориллы – вегетарианцы.



Пышная растительность тропиков.



Нигде в тропиках нет такого климатического контраста между сезонами дождя и засухи, как в **континентальном субэкваториальном климате**. Этот природный ритм управляет не только жизнью природы, но и всем хозяйственным укладом населения.

Летний муссон капризен, часто имеет взрывной характер. Из надвигающегося, подобно черной стене, вала мощных кучево-дождевых облаков с молниями и громом на землю обрушивается сильнейший ливень. За короткое время высохшая почва утоляет жажду, ручьи и реки заполняются водой. Радость и оживление царят в природе. Устанавливается жаркая влажная погода. Облака загораживают солнце, приток солнечной радиации уменьшается и достигает зимнего уровня. Так, например, на наветренных горных склонах Западных Гат (Индостан) небо почти всегда закрыто облаками. В Рангуне (Бирма) продолжительность солнечного сияния в июле составляет не более 2 ч в день. Хотя суточные максимумы температуры воздуха летом меньше весенних, но относительная влажность – более 80%. При слабом ветре это только усиливает духоту.

За период летнего муссона выпадает 75% годовой нормы осадков, и создается избыточное увлажнение. На равнинах Индии по мере продвижения на север мощность экваториального муссона убывает, дождливый сезон становится короче, количество осадков уменьшается от 1000 — 1500 мм до 300 — 400 мм. На плоскогорье Декан продолжительность сезона дождей уменьшается с юга на север (от 8 до 4 месяцев в Дели).

В предгорьях и на склонах Гималаев осадки достигают предельного для Земли количества. Рекорд принадлежит Черрапунджи, на плато Шиллонг, на высоте 1013 м над уровнем моря, где в среднем за год выпадает около 11 тыс. мм, а в отдельные годы почти 23 тыс. мм. Это одно из самых влажных мест на Земле.■

Субэкваториальный океанический климат характеризуется также сезонной сменой преобладающих воздушных течений. В зимние месяцы вероятность дождливой погоды значительно меньше, чем в летние. Разное количество осадков выпадает в Аравийском море и Бен-



Неоднородные условия увлажнения в субэкваториальном континентальном климате создают пестроту ландшафтов. Приморские низменности и наветренные склоны гор с осадками около 2 тыс. мм покрыты влажно-тропическими лесами, напоминающими экваториальные.



В Сахаре, Ливии, Египте известен изнуряюще жаркий, сухой и знойный ветер — хамсин. Он никогда не бывает таким разрушительным, как самум, но дует не четверть часа, а трое суток подряд. В первые сутки хамсин может быть слабым, но на вторые сутки он крепчает, а на третьи достигает силы шторма и становится невыносимым. Воздух наполняется едва заметной, но едкой пылью, проникающей во все поры кожи. Воздух раскаляется, рот сохнет, кожа трескается. Людьми овладевает нервное возбуждение, потом начинаются головные боли и головокружение. Хамсин возникает в первые 50 дней после весеннего равноденствия, отсюда его название (арабск., букв. – пятьдесят).■



Удав поджидает добычу.

Самум — песчаная буря. О приближении песчаной бури оповещает «пение песка» — звуки, возникающие от ударов песчинок друг об друга или от ударов песчинок о скалы. Обычно самум бывает не часто, он длится 15 – 20 мин, но и за это короткое время он успевает нанести большой ущерб и людям, и животным.■

гальском заливе, над поверхностью которых зимой распространяется сухой континентальный тропический воздух с материка. Летом юго-западный муссон несет дожди.

В субэкваториальном климате над океанами в конце весны, летом и осенью систематически зарождаются тропические циклоны, которые часто достигают Юго-Восточной Азии и Центральной Америки. Для тропических циклонов характерны ветры ураганной силы и исключительно сильные дожди (ливни), что часто вызывает катастрофические наводнения. В Аравийском море и Бенгальском заливе тропические циклоны возникают перед началом юго-западного муссона и после его окончания.■



Южная Индия.

В формировании тропического климата на континентах главная роль принадлежит солнечной радиации, а на океанах — пассатной циркуляции. Внутри тропического пояса часто развиваются тропические циклоны, а над океанами области, обращенные к полюсам, испытывают влияние циклонов, которые образуются в умеренных широтах.

Климат пустынь и полупустынь Африки, Аравии, Австралии и Америки — **континентальный тропический**. Воздух здесь сухой, запыленный, с высокими температурами: летом среднемесячные температуры составляют от +26 до +35°С, зимой — от +12 до +20°С. Именно в этом климате в Ливийской пустыне был зарегистрирован абсолютный максимум температуры для земного шара — около +58°С. Самая большая территория, где господствует этот климат, — пустыня Сахара. В ее центральной части круглый год ясное небо, а годовая сумма солнечной радиации достигает предельной для земного шара величины — 104 мДж/м^2 в год. Солнце нещадно палит днем, каменистая и песчаная поверхность почвы раскаляется до +70°С, а иногда до +90°С, ночью почва быстро охлаждается до +10, +15°С. Вода встречается только в оазисах и редких колодцах. Годовое количество осадков – менее 100 мм, и выпадают они не каждый год. Иногда сюда проникают холодные воздушные массы из умеренных широт.■

В Сахаре большую часть времени дует «горячий» северо-восточный ветер **харматан**. Он выносит на Атлантический океан горячий тропический воздух, наполненный пылью. На западном побережье Африки харматан дует в среднем в течение 100 дней в году, при этом за сутки на 1 м^2 поверхности земли осаждается от 1 до 4 кг пыли. В течение года харматан переносит около 36 млрд. т пыли. Поднятую харматаном пыль отмечали даже в Центральной Америке. Над Атлантическим океаном запыленный тропический воздух образует в небе так называемое «море мрака», которое растягивается на несколько сотен километров от побережья. Воздух там настолько насыщен пылью, что на солнце можно смотреть невооруженным глазом.

В Сахаре и Аравии в конце зимы, весной и в начале лета возникают опасные пыльные и песчаные бури — **самум** и **хамсин**, поднимающие в воздух и переносящие огромные количества песка и пыли. Кроме того, Сахара — родина знаменитого **сирокко** — удушающего, обжигающего ветра южных румбов, захватывающего весь Средиземноморский бассейн и Северную

Вот как описывает звучание песков в Сахаре известный русский геолог и путешественник **Н. А. Елисеев** (1897 – 1966): «...Около полудня мы притаились под тенью шатра и не переживали, а перемучивали казавшиеся бесконечными часы полуденного зноя... Но вот в раскаленном воздухе послышались какие-то чарующие звуки, довольно высокие, певучие, не лишенные гармонии, с сильным металлическим оттенком; они слышались отовсюду, словно их производили невидимые духи пустыни. То веселые, то жалостные, то резкие и крикливые, то нежные и мелодические, они казались говором живых существ, но не звуками мертвой пустыни. Никакие мифы древних не могли придумать чего-либо более поразительного и чудесного, чем эти таинственные песни песков... Но в раскаленном воздухе слышалось уже приближение чего-то нового, ужасного. Прошло несколько минут, и клубы пыли закрыли Солнце, подвижные вершины дюн взлетели в знойную атмосферу и повисли в ней. В воздухе стало нестерпимо душно, еле возможно было дышать; задыхались и люди, и животные. Не хватало самого воздуха, который словно поднялся кверху и улетел вместе с красноватой, бурой мглой, уже совершенно покрывшей горизонт».■

Пустыни сравнительно безжизненны, хотя там и встречаются крупные млекопитающие.





Африку. Насыщенный красной и белой пылью пустынь, он приносит в Западную и реже Восточную Европу «кровавые» и «молочные» дожди.■

Климат восточных побережий материков в субтропическом поясе – муссонный. Он хорошо выражен только в Северном полушарии. Для него характерны холодная для этих широт и относительно сухая зима и жаркое влажное лето. Действие зимнего муссона особенно заметно на восточном побережье Азии. Зимой, когда на побережье распространяется холодный воздух с континента, температура близка к 0°, в отдельные дни она может опускаться до –10°С и ниже.■

Тропический климат на западных побережьях материков формируется там, где соседствуют материковые и морские пустыни. В качестве примера назовем Сахару и северо-восточный пассат над Канарским холодным океаническим течением, который дует на восточной периферии субтропического антициклона. Постоянный приток относительно холодного для тропиков воздуха в сочетании с охлаждающим влиянием холодных океанических течений, омывающих западные берега материков, создает низкую для тропических широт температуру (+17, +19°С) и высокую влажность воздуха (80 — 90%). Большая влажность – причина частых туманов и низкой облачности, не дающей осадков. Удивительны здешние контрасты: тропики и низкие температуры, вечно пасмурное небо и ни капли дождя. Это характерно для побережья Южной Америки в пустыне Атакама.■

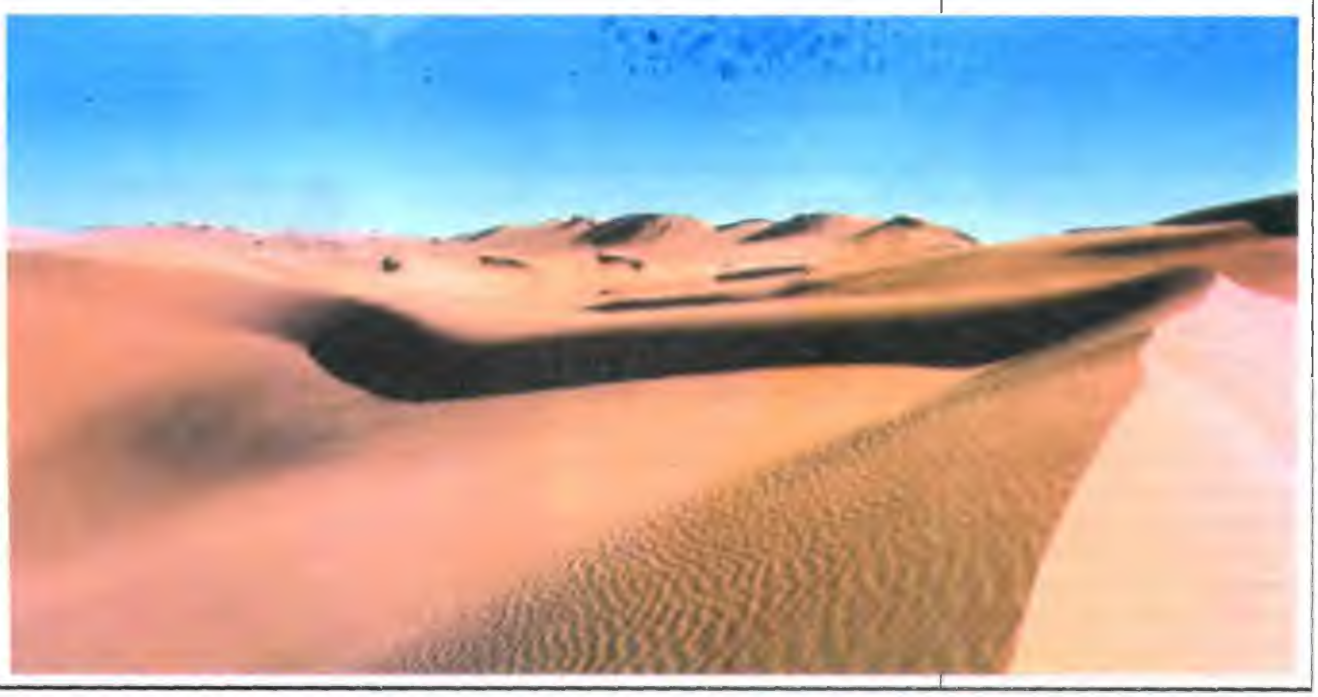


Большие уши зайца пронизаны кровеносными сосудами, которые действуют как охлаждающие системы.

Тропический океанический климат захватывает огромные пространства в тропическом поясе. Этот климат формируется в субтропических антициклонах, господствующих в этих широтах.

В **антициклонах** наблюдается опускание воздуха, особенно в восточной части. Этот процесс препятствует развитию кучевых и кучево-дождевых облаков и выпадению осадков. Очень бедны осадками восточные окраины океанов, где проходят холодные океанические течения. Вероятность

Пустыня Сахара.





Жук пустыни Намиб берет влагу из тумана.

дождливой погоды здесь меньше 5%, а вблизи побережья Африки и Америки она составляет 1%. Таким образом, в тропиках над океанами располагаются **морские пустыни**, которые похожи на пустыни материков отсутствием дождей, но температуры тут значительно более низкие и при большой влажности очень небольшая разница между дневными и ночными температурами.■

Континентальный субтропический климат формируется в центральных районах Азии и Северной Америки. Здесь круглый год стоит ясная погода, осадки выпадают редко. Годовые суммы осадков на равнинах составляют 100 — 300 мм, на наветренных склонах гор они равны 500 мм, а в верхних зонах гор — более 2000 мм. Летом в этом климате сухо и жарко. Средние температуры +25, +35°С, а средние максимальные температуры, например в Средней Азии, составляют +40, +44°С. Абсолютные же максимумы в пустынях достигают +48, +50°С. В Большом Бассейне (США) температура может подниматься до +50°С, а в Долине Смерти (Калифорния) отмечен абсолютный максимум для Америки +56,7°С. Таким образом, летом в континентальном субтропическом климате формируется тропический воздух, а притекающий из умеренных широт воздух быстро приобретает все свойства тропического воздуха, как в континентальном тропическом климате.

Зимой климат здесь полностью меняется и приобретает все черты климата умеренных широт. Субтропики становятся ареной противоборства воздуха умеренных широт, вторгающегося сюда из умеренной зоны, с тропическим воздухом, приходящим из тропиков. Особо мощные меридиональные воздушные течения приносят сюда и арктический (антарктический) воздух. В результате среднемесячные зимние температуры, например даже в Средней Азии, равны 0 или –2°С, на северо-западе КНР –10°С, а средние многолетние минимальные температуры на севере Средней Азии достигают –30°С, а на юге –10°С. Понижения температуры до нуля и выпадение снега наблюдаются на побережье Мексиканского залива, в Израиле, Сирии, на крайнем юге Средней Азии, но устойчивого снежного покрова не образуется. И напротив, распространение тропического воздуха вызывает оттепели с температурами зимой от +10 до +15°С или обильные снегопады, что приводит иногда к стихийным бедствиям.■

Субтропический океанический климат полностью определяется закономерностями общей циркуляции атмосферы. Зимой здесь непрерывно образуются циклоны. Они несут ненастную погоду, а штормовые ветры поднимают огромные океанские волны. Летом пути циклонов смещаются в более высокие широты, а их место занимают субтропические антициклоны, несущие преимущественно ясную погоду.■

Умеренный континентальный климат формируется только в Северном полушарии. В Евразии этот климат характерен как для востока Франции, так и для восточных горных хребтов Якутии и Мага-

Климат восточных побережий в тропиках совершенно не похож на климат западных побережий. Здесь материк соседствует с теплым океаном. Ветры пассатов, прошедшие долгий путь над океанами от восточной периферии субтропических антициклонов к их западной периферии, увлажняются, и воздух приобретает более высокую температуру (+22, +26°С). Они несут на материк теплую влажную погоду. Осадки выпадают в течение всего года, особенно их много летом. Количество их зависит от рельефа и ориентации возвышенностей по отношению к восточному потоку пассата. На наветренных склонах количество осадков составляет от 800 до 2000 мм, на подветренных — менее 500 мм.■

Индийское предгорье.



Умеренный климат западных побережий материков складывается под воздействием западного переноса океанического воздуха на материк. Отепляющее влияние океана усиливается благодаря теплым морским течениям, омывающим западные берега континентов. Зима здесь сравнительно теплая. Особенно тепло у западного побережья Скандинавии. Здесь, на побережье Норвегии у 60° с. ш., где течение Гольфстрим наиболее близко к материку, средняя температура января составляет +1°С; на той же широте во внутренних районах Восточной Сибири средняя январская температура равна –40°С.

Лето прохладное и редко бывает жарким. Средние месячные температуры не поднимаются выше +13, +18°С. Часты циклоны. Пасмурная и дождливая погода характерна для всех сезонов года. Осадки часты. Зимой они выпадают в виде снега, но устойчивый снежный покров не образуется. Осадков много: на равнинах – до 1000 мм, а на склонах гор – от 2000 до 4000 мм в год.■

Степи умеренных широт Северной Америки весной покрываются яркими цветами.



данской области. Наиболее ярко он выражен в Сибири и Забайкалье. В Северной Америке горные хребты Кордильер отделяют узкое западное побережье с морским климатом от внутриматериковых районов с континентальным климатом. В отличие от Северной Америки Европа открыта для свободного проникновения морского воздуха с Атлантического океана. Этому способствует не только господствующий в умеренных широтах перенос воздушных масс с запада, но и равнинный рельеф, сильная изрезанность побережий и глубоко вдающиеся в сушу Балтийское и Северное моря, их проливы и заливы. По мере продвижения атлантического воздуха в глубь материка он превращается в континентальный, и климат становится суровее. В январе температура: в Берлине 0°, в Варшаве –3°, в Москве –11°, в Новосибирске –19°С.

В зимние месяцы происходит остывание земной поверхности и воздуха, что является причиной образования Азиатского (Сибирского) антициклона, когда воздух охлаждается в среднем до –30, –40°С. Азиатский антициклон охватывает всю Восточную и Западную Сибирь, Монголию и Казахстан, а временами распространяется на юго-восточную Европу, поэтому даже в Бухаресте температура воздуха в январе равна –3°С, т. е. как в Варшаве, которая расположена на 1000 км севернее.

Из-за меньших размеров Северной Америки и частого прохождения циклонов зимний Канадский антициклон менее устойчив по сравнению с Азиатским. Зимы здесь менее суровы, и суровость зим не возрастает к центру материка, как в Азии, а даже несколько уменьшается из-за частых вторжений тропического воздуха с Мексиканского залива. Частые зимние циклоны приводят к резким колебаниям температуры, особенно на севере Европы, в Западной Сибири и Канаде. Например, в Москве температура воздуха в январе может изменяться в течение нескольких дней более чем на 10°. Оттепели могут сменяться сильными морозами (до –30° и ниже). Зимой осадки выпадают в виде снега и устанавливается снежный покров, который предохраняет почву от глубокого промерзания и создает запас влаги весной. Устойчивый снежный покров образуется к востоку от Варшавы, и максимальная его высота достигает 90 см в восточных районах Европы и в Западной Сибири.

Летом, как и зимой, в Европу проникает морской умеренный воздух, но в это время года он холоднее воздуха, который перед этим был на материке. Кроме того, летом довольно часто с севера приходит арктический воздух. Однако большое количество солнечного тепла летом быстро прогревает поступающие на материк Евразии холодные воздушные массы, которые превращаются в теплые континентальные. Лето обычно теплое, средняя месячная температура в июле в Берлине +18,3°; в Варшаве +19°; в Москве +18,1°; в Новосибирске +18,7°; над всей Евразией – от +16 до +22°С. Годовое количество осадков изменяется от 300 до 800 мм, на наветренных склонах Альп — более 2000 мм. Большая часть их выпадает летом. В Евразии количество осадков уменьшается с запада на восток, в Северной Америке — наоборот. На юго-востоке Европы и в южных районах умеренного пояса Азии, где выпадает менее 400 мм, возможное испарение превышает осадки и естественное увлажнение оказывается недостаточным. Здесь часто возникают засухи.■

Для умеренного океанического климата характерны небольшая разница между среднемесячными температурами зимы и лета, равномерное распределение осадков в течение года и большая скорость ветра. Особенно сильными ветрами отличаются умеренные широты



Ареал распространения лося очень широк.

Западный ветер на островах и побережьях материков часто достигает штормовой силы. Особенно жестоко он атакует берега Европы в периоды равноденствий: в конце февраля – марте и в сентябре – октябре. Эти штормовые периоды так и называют «бурями равноденствий». Сильные западные ветры приносят морскую соль и этим причиняют вред растительному миру на побережье.■

В умеренном климате на огромных пространствах в зависимости от условий увлажнения существуют разные ландшафты. В северных районах увлажнение избыточное и количество выпавших осадков превышает возможное испарение. Там произрастают хвойные леса, переходящие к югу в смешанные и широколиственные. По мере возрастания сухости леса сменяются степями и даже полупустынями.■

Южного полушария, благодаря чему они получили название «ревущие сороковые». Часты туманы, которые возникают в местах сближения теплых и холодных океанических течений. Одним из наиболее туманных мест в мире считается район острова Ньюфаундленд в Атлантическом океане, где сближаются воздух над теплым течением Гольфстрим и холодный воздух, который образуется над холодным Лабрадорским течением.■

В континентальном субарктическом климате различие температурного режима между летом и зимой достигает предельной для земного шара величины. Например, в Верхоянске разница между самым теплым месяцем (июль) и самым холодным (январь) равна 63,8°С. Эту разницу называют **годовой амплитудой температуры**, и в Азии в этом климате она составляет 60 — 65°С. Длинные полярные ночи и низкая высота солнца зимой обусловливают отрицательный радиационный баланс и сильное охлаждение земной поверхности, поэтому в условиях ясной погоды воздух над сушей сильно остывает и средняя температура в январе составляет от −28 до −50°С. В низинах и котловинах, где воздух застаивается и его остывание более продолжительное, температура опускается еще ниже. В Оймяконе (Якутия) зарегистрирована температура −70°С. Это **полюс холода** Северного полушария.

Зимой в крупных населенных пунктах часто образуются туманы, которые создает сам город, выбрасывая в атмосферу водяной пар. Лето здесь короткое и довольно теплое. Средние температуры в Азии составляют от +12 до +18°С; дневные максимумы – от +20 до +25°С. На равнинах выпадает 200 — 300 мм осадков в год, большая половина которых бывает летом.

Субарктический климат в Америке менее континентален по сравнению с Азией: там менее суровая зима и более холодное лето. Слабые ветры наблюдаются только во внутренних районах Аляски, а на северо-востоке Канады ветры часто достигают силы шторма. До 90 дней в году бывают бури.■

Океанический субарктический (субантарктический) климат характеризуется весьма переменчивой погодой во все сезоны года, так как он образуется благодаря частым циклонам, которые обычно перемещаются с запада на восток, особенно в Южном полушарии. Морской арктический или антарктический воздух по температуре не



Толстый слой жира помогает пингвинам выжить в трудных условиях.



очень отличается от морского воздуха умеренных широт, поэтому их смена при развитии циклонов не создает резкого различия между температурами летних и зимних месяцев. Таким образом, разница между температурами летних и зимних месяцев над океанами составляет 15 — 16°С, а вблизи побережья – около 20 — 25°С, и зима оказывается относительно мягкой. Однако лето настолько прохладное, что на островах не растут деревья и преобладает тундра.

В арктическом (антарктическом) климате полярные шапки получают солнечную радиацию только в летнее время, а земная поверхность теряет тепло за счет излучения в течение всего года. В результате радиационный баланс большую часть года и в целом за год – отрицательный. Летом он мал из-за большой отражательной способности снега, при этом большая часть радиационного тепла летом расходуется на таяние снега и льда, так что температура воздуха остается низкой: в Арктике – около 0°, в Антарктиде — от –30 до –35°С.

Осадков выпадает мало, но вместе с конденсацией влаги на поверхности снега в совокупности они значительно превосходят испарение.■

В центральной части Антарктического континента на высоте 3000 — 3200 м над уровнем моря царит вечный холод: средняя температура самого теплого месяца здесь –32, –30°С, а в самые холодные месяцы –70, –72°С. Именно тут, на станции «Восток», российские полярники измерили самую низкую на поверхности Земли температуру — около –90°С. Это **полюс холода Земли**. На плато преобладает ясная погода со слабым ветром. Осадки бывают только в виде изморози, их годовое количество не превышает 40 — 50 мм.

Совсем другие условия на ледниковом склоне. Температура воздуха тут отрицательна в течение всего года, но сильный ветер, несущийся со скоростью 15 – 30 м/с, создает невыносимые условия для человека. Районы побережья Антарктиды – самые неспокойные на Земле: 250 — 340 дней со штормами! Скорость ветра достигает ураганной силы — 90 м/с.



Антарктида – горный континент.

Первые систематические наблюдения за атмосферой в Центральной Арктике были выполнены советскими учеными **И. Д. Папаниным**, **Э. Т. Кренкелем**, **Е. К. Федоровым** и **П. П. Ширшовым** на станции «Северный полюс-1», организованной в мае 1937 г. на дрейфующей льдине на Северном полюсе. До этого там побывали знаменитые полярные путешественники: **Р. Пири** в 1909 г. — на Северном полюсе; **Р. Амундсен** в 1911 г.; **Р. Скотт** в 1912 г. — на Южном полюсе. Однако это были скорее спортивные, хотя и очень выдающиеся достижения. Данные о погоде Арктики были собраны экспедицией на судне «Фрам» под командованием **Ф. Нансена**, которое в 1893 г. вмерзло в лед в районе Новосибирских островов, а затем дрейфовало до Шпицбергена, куда пришло в 1896 г. Дрейф «Фрама» прошел по Западной Арктике и не захватил районы Северного полюса и Центральной Арктики. «Кухня погоды», как тогда называли Арктику, оставалась пока без наблюдений.

В 1935 г. Советским правительством было принято предложение ученых Главсевморпути и Арктического института организовать научную станцию на Северном полюсе на дрейфующем льду. Экспедицию на Северный полюс возглавил академик **О. Ю. Шмидт**. 22 марта 1937 г. экспедиция вылетела из Москвы на четырех самолетах ТБ-3 конструкции А. Н. Туполева. Командирами самолетов были **М. В. Водопьянов**, **В. С. Молоков**, **А. А. Алексеев** и **И. П. Мазурук**. 21 мая в 11 ч 35 мин самолет М. В. Водопьянова совершил блестящую посадку на льдине вблизи Северного полюса, доставив О. Ю. Шмидта, И. Д. Папанина, Э. Т. Кренкеля, Е. К. Федорова, П. П. Ширшова, а также кинооператора М. И. Трояновского. Позже прилетели и остальные три самолета. Торжественное открытие станции состоялось 6 июня 1937 г., после чего 7 июня все самолеты улетели и на льду остались четыре человека во главе с И. Д. Папаниным.■

Небольшие участки побережья, свободные ото льда, называются **антарктическими оазисами**. Это выходы коренных пород, которые располагаются на ледоразделах между гигантскими ледниками, которые движутся из глубины материка к океану. В декабре на обнаженной ото льда и снега поверхности оазисов радиационный баланс достигает больших величин (420 мДж м² в месяц), в результате температура почвы «повышается» до +25, +30°С и образуются кучевые облака, весьма необычные для Антарктиды. Эти островки тепла обогревают лежащую рядом ледяную пустыню.■



Для белого медведя важны и суша, и льды.

Земная поверхность в Арктике представлена в основном многолетними льдами толщиной до 3 — 4 м и отдельными нагромождениями льда (торосами) высотой до 20 — 25 м.

Зимой атлантические и тихоокеанские циклоны проникают в приполюсные районы Арктики, принося с собой теплые воздушные массы из умеренных широт, что смягчает климат Арктики. Зимой наиболее теплым является атлантический сектор Арктики, а наиболее холодным — район, прилегающий к Азии и Северной Америке. В приполюсном районе температура воздуха в январе –32, –34°С.

Летом солнечное тепло расходуется на таяние снега и льда. За это время стаивает 50 — 60 см льда. В результате температура воздуха над тающим льдом даже в самые теплые месяцы – в июле и августе близка к нулю.

В Центральной Арктике осадки часты, но интенсивность их мала. Годовое их количество не превышает 150 мм. В окраинных районах Арктики осадки увеличиваются до 300 мм, а в атлантическом секторе — до 800 мм. Выпадение осадков часто сопровождается метелями.■

Океанический арктический климат формируется над большей частью Арктики, и только в Гренландии климат континентальный.■



Детеныши тюленей рождаются на льдинах арктическим летом.

В Гренландии, поверхность которой, как и Антарктида, покрыта ледяным щитом, формируется континентальный климат. Климат Гренландии суровый. Здесь в течение всего года отрицательные температуры: летом – от –10 до –15°С; зимой – от –45 до –50°С. Понижения температуры доходили до –65°С. В Гренландии самая низкая для Северного полушария средняя годовая температура воздуха –32,2°С.

На южном и восточном побережьях острова, где чаще проходят циклоны, годовое количество осадков составляет 800 — 1000 мм, но на севере оно уменьшается до 100 мм. На всей прибрежной полосе острова часто дуют ветры. Часты метели, особенно зимой.■



Континентальный антарктический климат формируется в Антарктиде. Это изолированный материк, покрытый ледяным куполом, мощность которого в центральной части более 3000 м. Здесь самый суровый на Земле климат: здесь в течение всего года отрицательные температуры воздуха и штормовые ветры. На формирование климата Антарктиды существенное влияние оказывают сток холодного воздуха по склону в приземном слое и перенос более теплого и влажного воздуха со стороны океана на континент на высотах.■

Климат России



Пасущиеся олени (Лапландия).

В формировании климата России весьма значительную роль играют ее географическое положение, огромная протяженность в широтном направлении (около 170°), а также то, что страна обращена к Арктическому бассейну. Все это обусловило глубокое проникновение на континент в течение всего года арктических воздушных масс. На западе Россия испытывает на себе влияние Атлантики, а на востоке — Тихого океана.

Россия располагается в умеренном, субарктическом и арктическом поясах. Важнейшая особенность климата арктического и субарктического поясов — незаходящее солнце летом и отсутствие солнца зимой, что создает большой контраст между уровнем солнечной радиации летом и зимой. Циклоны в высоких широтах развиваются при взаимодействии арктических воздушных масс с более теплыми массами (летом континентального происхождения, зимой — атлантического и тихоокеанского). В летние месяцы пути циклонов пролегают по северу материка, зимой — над арктическими морями. Реже циклоны проходят и над арктическим бассейном.

В формировании климата большую роль в высоких широтах играет земная поверхность: суша или море. Океаническая часть Арктики и субарктики летом значительно холоднее материковой, а зимой — значительно теплее, поскольку сквозь лед проникает океаническое тепло.■



В арктическом поясе, где в течение года преобладают арктические воздушные массы, климат зимой различается повсеместно. В западных районах этого пояса (север Баренцева и запад Карского морей), находящихся под влиянием Атлантики, менее холодная, но очень ветренная зима со средней температурой воздуха от −15 до −30°. Такая же зима стоит в восточных районах, попадающих под влия-

В арктическом поясе на острове Новая Земля, где температура воздуха зимой не так низка, как, например, в Якутии, находится биоклиматический полюс холода нашей страны. Это объясняется тем, что теплоощущение человека и его состояние в условиях суровой зимней погоды зависят от температуры и ветра. На Новой Земле особенно тяжелые и трудноперенесимые для человека условия создаются в результате низких температур и особенно сильных ветров. Это так называемая Новоземельская бора, скорость ветра при которой может достигать 100 м/с, а продолжительность боры — от 1 до 5 дней. Она наблюдается при прохождении циклонов из Баренцева моря в Карское. Чаще бора наблюдается на западном берегу Новой Земли, где находится незамерзающее Баренцево море, однако она бывает и на восточном берегу.■

На Крайнем Севере, в тундре, часты снежные бураны, сопровождающиеся ураганным ветром. Яростный ветер сбивает с ног, снежная пыль застилает глаза, захватывает дыхание, проникает под одежду. Особенно часты снежные бураны в горах, где ветры достигают 60 м/с. По количеству снежных буранов горная область Полярного Урала занимает одно из первых мест в нашей стране.■



Ландшафты Лапландии.

ние тихоокеанских воздушных масс. Самые холодные зимы — на востоке Карского моря, в морях Лаптевых и Восточно-Сибирском, находящихся под влиянием ветров, дующих с материка. Средняя температура января здесь от –30 до –40°. Такая же температура и вблизи полюса. Зимой сильные ветры и метели создают непреодолимые препятствия для транспортного сообщения.

Летом 80% суммарной солнечной радиации теряется на отражение от снежного покрова и на излучение. Остаток радиационного тепла расходуется на таяние и испарение. Таяние льда и преимущественно пасмурная погода – причина одинакового температурного режима во всей Арктике. Температура воздуха в июле на море от 0 до +5°, на побережье от +5 до +10°.

Годовое количество осадков на западе составляет около 300 мм, в центре и на востоке арктического пояса от 100 до 200 мм. Зимой осадков меньше, чем летом.

Господствующий арктический воздух не дает произрастать лесной растительности. Основной ландшафт на побережье — тундра.■

Снежные бураны с сильными западными ветрами наметают в ущелья огромные 20-метровые сугробы, а местами снег полностью сдувается со скал. Ураганные ветры приводят к снежным заносам, которые причиняют огромный ущерб: нарушают движение всех видов транспорта. Особенно большие заносы бывают в районах Воркуты и Норильска. Во время сильных буранов шестиметровые сугробы заметают дороги. Расчищенный после заносов железнодорожный путь напоминает глубокий снежный тоннель, крутые стенки которого поднимаются местами выше крыши поезда.■

В субарктическом поясе происходит сезонная смена арктического и умеренного воздуха. Большие различия в климате существуют между океаническими и материковыми частями. Климат западных районов слагается под влиянием циклонов. Для данных широт зимы здесь относительно теплые, так как с южными и юго-западными ветрами выносится и умеренный воздух. Средняя температура в январе на Мурманском побережье такая же, как в Астрахани (–6°). Однако сильные ветры, частые метели делают климат суровым.

Летом с северными и северо-восточными ветрами распространяется арктический воздух. Однако с удалением от кромки льда и приближением к материку температура воздуха возрастает. Период с положительной температурой составляет 5 месяцев, а средняя температура в июле от +8 до +10°. Годовое количество осадков (400 мм) превышает испарение.

Климат сибирской субарктики характеризуется большой континентальностью. Зимой здесь преобладает арктический воздух. Когда стоит тихая и ясная погода, то он сильно охлаждается. На широте полярного круга средняя температура в Восточной Сибири в январе составляет от –40 до –45°. В глубоких долинах и горных котловинах воздух застаивается, в результате чего температура падает до –70°. Это самые холодные районы Северного полушария.

Сильнейшие морозы северо-восточной Якутии в районах Верхоянска и Оймякона человек переносит легче, чем морозы в отдельных районах Арктики, поскольку морозы в Якутии чаще всего бывают при штилевой погоде или слабом ветре.

Летом при обилии солнца в долинах температура воздуха может превышать +20°. Средняя температура воздуха изменяется от +10 до +15°, и поэтому здесь растут редкостойные леса.

За год на равнинах выпадает 300 — 400 мм осадков. Снежный покров на наветренных склонах Среднесибирского плоскогорья достигает 80 см, а в северо-восточных районах — лишь 30 — 40 см. При суровой зиме почва плохо защищена от промерзания, что способствует сохранению мощного слоя вечной мерзлоты.■



Белый медведь часто возвращается с охоты голодным, но большие запасы жира позволяют ему голодать несколько недель.

Снег плохо проводит тепло, поэтому в жестокие морозы окутывает землю, словно теплой шубой. Даже в самые трескучие морозы температура поверхности почвы под снежным покровом толщиной в 50 — 70 см в 4 — 6 раз выше температуры воздуха. От снега также зависит жизнь рек и озер. Не будь снега, все наши реки и озера обмелели бы, поскольку основное их питание — весенние талые воды, которые, смачивая почву, возрождают к жизни растительность полей, лугов, лесов, а часть воды, просачиваясь глубоко в грунт, питает подземные воды — главный источник питания рек зимой и летом.■

В центральных районах Русской равнины зима устанавливается не сразу. Настоящая зима с сильными морозами и метелями наступает в конце декабря. Зимняя погода непостоянна: волны холода, когда приходит воздух из Арктики или Сибири, сменяются волнами тепла, приходящими с запада. Зима длится около 4 месяцев. Характер и продолжительность зимы меняются из года в год. Если воздух приходит с Атлантики, зимы теплые. Если же силен приток арктического или сибирского воздуха, зимы более суровы. Морозно, температура воздуха −30, −35°, оттепелей нет.■



Осенью случаются возвраты летней, солнечной сухой погоды. Эти периоды в народе называют бабьим летом. Они бывают во второй половине сентября, в октябре, начале ноября. Это замечательная пора, когда на фоне пестрых желтых, красных, бордовых осенних кленов, рябин, черемухи, среди отмершей травы вновь встречаются нежные цветы — анемоны, фиалки, лютики. В теплую погоду бабьего лета по воздуху носятся шелковистые паутинки с паучками-путешественниками. Особенно часто периоды бабьего лета бывают осенью в южной части Русской равнины, но иногда такое потепление охватывает западную часть России, как это было в 1949 г. Значительные возвраты тепла бывают не каждую осень, а случаются примерно раз в 5 лет.■

Средняя полоса России.

В умеренном поясе климат с севера на юг становится суше в связи с ростом солнечной радиации и уменьшением количества выпадающих осадков. Но климатические изменения происходят и с запада на восток.

На европейской территории России (ЕТР) по сравнению с восточными районами в большой степени выражено влияние Атлантики. Это значительно смягчает климат: зима становится теплее, увеличивается влажность воздуха, усиливается циклоническая деятельность, благодаря которой осадков в течение всего года становится значительно больше.

Циклоническая деятельность развивается преимущественно в северо-западных районах, ослабевая к востоку и юго-востоку. В результате количество выпадающих осадков между западными и восточными районами различно.

На этой территории, как правило, завершается трансформация атлантического воздуха при продвижении его в глубь материка. Кроме того, восточные районы ЕТР чаще испытывают влияние арктических воздушных масс из более холодных восточных и центральных областей Арктики и континентального воздуха со стороны азиатской части России. Поэтому в зимние месяцы восточные районы холоднее западных на 8 — 10°.

Большие различия отмечаются в распределении снежного покрова. На юго-западе ЕТР, где зимой часты оттепели, высота снежного покрова всего лишь 20 см. На северо-востоке, где средняя температура воздуха в январе от −18 до −20°, высота его достигает 80 см. В целом на данной территории изменение температуры и осадков происходит с севера на юг. На севере, примерно до линии Финский залив — средняя Кама, осадков за год выпадает больше (600 — 700 мм), чем испаряется в данных тепловых условиях. Создается избыточное увлажнение поверхности. Здесь короткое лето, часты заморозки. Средняя температура в середине лета от +14 до +16°. Произрастают хвойные леса.

К югу, примерно до линии Курск — Самара, с увеличением солнечного тепла и испаряемости увлажнение поверхности становится достаточным. Здесь лето длиннее, а средняя температура в июле выше на 4° и составляет 18 — 20°. Произрастают смешанные леса, переходящие в лиственные.

Летом в центральных районах Русской равнины нередко устанавливается комфортная умеренно-теплая погода в результате прогревания атлантического воздуха. Суточные колебания температуры при этом невелики, а дневной максимум редко превышает 25°. Относительная влажность днем держится на среднем уровне. Ветер слабый или умеренный, а образующаяся днем облачность предохраняет от солнечного перегрева.





На Урале в заповеднике Южно-Уральский водятся рыси.

На Прикаспийской низменности лето жарче и суше, чем в средней полосе России. Здесь чаще, чем в других районах Русской равнины, бывают засухи и суховеи. Они возникают весной и летом после прихода воздуха с севера. Перемещаясь к югу, поступающий с севера воздух нагревается от поверхности земли и делается более сухим и жарким.
Засухи и суховеи связаны с антициклонами. Суховеи своим горячим дыханием усугубляют засухи. Почвы высыхают, растения гибнут. Бывали случаи, когда при суховее поле за несколько часов из зеленого превращалось в желтое и безжизненное.■

В разные годы лето в средней полосе неодинаково: чем дальше на восток, тем жарче. В годы, когда на Русскую равнину летом приходят воздушные массы с Атлантики, стоит сырая погода, низкие облака, моросящие дожди. Солнечного тепла поступает вдвое меньше, чем в безоблачные дни. Становится прохладно, сыро, температура держится около +18°. Многих одолевает плохое настроение и желание уехать на юг.■

К югу солнечная радиация возрастает, а количество осадков уменьшается до 350 — 500 мм, испаряемость увеличивается. Все это формируют степные ландшафты.■

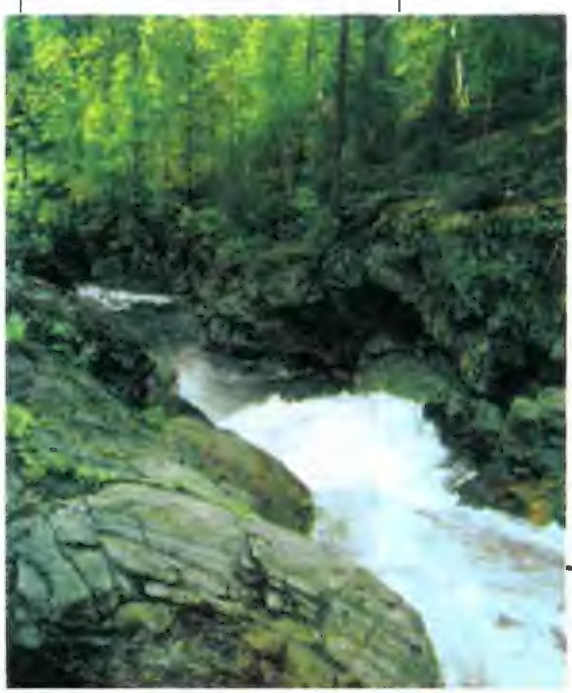
Умеренный климат на территории Западной Сибири характеризуется большей континентальностью по сравнению с ЕТР. Увеличивается приток солнечной радиации, возрастает годовая амплитуда температуры воздуха, в южных районах климат становится засушливым.
К востоку от Уральского хребта влияние Атлантики совсем ослабевает и здесь преобладают континентальные воздушные массы. Климат Западной Сибири более однороден, чем по ту сторону Урала на европейской территории.
В холодный период возобновляется циклоническая деятельность на севере и из Центральной Сибири поступает холодный континентальный воздух, что делает температурный режим неустойчивым. В январе на большей части Западной Сибири колебания температуры от суток к суткам составляют в среднем 5°. (Такое явление в других регионах земного шара почти не наблюдается.) Зима холодная, средняя температура в январе изменяется от −18° на юге, до −28, −30° на северо-востоке.
При небольших зимних осадках в южных районах высота снежного покрова составляет менее 30 см. На северо-востоке, в районе Верхне-Тазовской и Нижне-Енисейской возвышенностей, где часты циклоны, она увеличивается до 80 см.
Летом над всей территорией Западной Сибири развиваются циклоны. Число их убывает с севера на юг. В северные районы вторгаются циклоны с европейской части России и Атлантики. В южные районы приходят циклоны с запада и юго-запада (с низовьев Волги, с Каспийского и Черного морей). Наиболее интенсивная циклоническая деятельность наблюдается между 54 и 60° с. ш. За летний период здесь выпадает от 300 до 400 мм осадков. К северу и к югу от этой территории количество осадков уменьшается.
Летом в Западную Сибирь приходит арктический воздух, который превращается в континентальный умеренный. Приток арктического воздуха увеличивает сухость и усиливает континентальность климата к югу.
На большей части территории Западной Сибири климат влажный. Нулевая изолиния разности осадков и испаряемости, которая является южной границей леса, проходит примерно по линии Екатеринбург — Новосибирск (56° с. ш.). Лесная область Западной Сибири — самая переувлажненная территория России. Здесь наблюдается значительное скопление поверхностных вод, леса заболочены. Осадки, годовая сумма которых составляет 600 мм, на большей части территории превышают испаряемость на 100 — 200 мм. Много солнечного тепла расходуется на испарение. Средние температуры воздуха изменяются с севера на юг от 14 до 18°. К югу от 56° с. ш. циклоническая деятельность ослабевает и годовое количество осадков уменьшается до 350 — 400 мм. Возможное испарение превышает количество осадков, климат становится засушливым. Господствуют степные ландшафты.■

Западная Сибирь.



В степных районах в сухую весну бывают пыльные, или, как их называют, черные бури. Наибольший вред они приносят на юге Западной Сибири, в Башкирии, в Нижнем Поволжье, на Северном Кавказе. Они бывают там, где сильные ветры проносятся над большими площадями распаханной, высохшей и не закрепленной растительностью земли. Случаются пыльные бури и в Амурской области. В XX столетии самыми сильными и длительными были черные бури весной 1960 г. Они охватили огромную территорию от Молдавии до Туркмении. На Северном Кавказе скорость ветра при бурях достигала 120 км/ч. Ветер поднимал в воздух и переносил массу уже успевшей оттаять и подсохнуть почвы, бил и иссушал ростки озимой пшеницы, сдувал семена недавно посеянных яровых хлебов, ломал молодые деревья. ■

Особенно сурова и длинна зима в Забайкалье и Якутии. Здесь она устанавливается сразу на долгие 5 — 7 месяцев. Первый или второй выпавший снег остается лежать всю зиму. Это область распространения Сибирского антициклона. Воздух сух, метелей почти нет. Снег падает не хлопьями, а мелкими снежинками, образуя сыпучий и тонкий покров. Земля под ним сильно промерзает. ■



Байкальский заповедник.

На формировании климата Восточной Сибири сказываются ее территориальное расположение и особенности рельефа. Удаленная от Атлантического океана, Восточная Сибирь характеризуется резко выраженными континентальными чертами климата. Это проявляется в исключительно больших сезонных различиях температуры воздуха, малой облачности, небольших осадках на равнинной территории.

Зимой погода в Восточной Сибири формируется под влиянием обширной области повышенного давления — Азиатского антициклона. Однако положение центра антициклона, величина давления в нем и область распространения существенно меняются в течение холодного периода. Это определяет изменчивость циркуляции, с чем связаны и междусуточные колебания температуры воздуха, что особенно характерно для юго-запада Якутии.

Хотя циклоническая деятельность зимой и ослаблена, она существенно влияет на погоду: сменяются воздушные массы, выпадают осадки, и образуется снежный покров.

Здесь преобладает континентальный воздух, который охлаждается в приземном слое, и в декабре — феврале в нижних слоях становится холоднее арктического. Средняя температура воздуха в январе на огромном пространстве Восточной Сибири изменяется от −26 на юго-западе до −38, −42° в Центральной низменности. В долинах и котловинах температура воздуха может понижаться до −60°.

Однако на фоне очень низкой средней месячной температуры при выносе более теплого континентального воздуха из Средней Азии, Китая в Прибайкалье и Забайкалье отмечаются относительные потепления, сопровождающиеся повышением температуры до −15° и выше. При длительном выносе относительно теплых воздушных масс температура воздуха днем в Восточной Сибири может быть выше 0°.

Лето в Восточной Сибири теплое: на нагрев воздуха расходуется до 30 — 40% солнечного тепла, а на юге Забайкалья и востоке Центрально-Якутской низменности до 50%. Поэтому, несмотря на поступление холодного воздуха с арктических морей, с севера Западной Сибири и с Охотского моря, средние температуры в июле изменяются по территории с севера на юг от 14 до 18°. Самые высокие температуры в этих районах бывают при выносе континентального воздуха из Китая и Монголии (35 — 38°).

Летом повторяемость циклонов над Восточной Сибирью больше, чем зимой. В основном они приходят с запада, юго-запада и с северо-запада. Во вторую половину лета бывают выходы южных циклонов, с которыми связаны значительные осадки.

Рельеф и особенности циркуляции атмосферы распределяют осадки по территории. Годовое количество осадков меняется в пределах 130 — 1000 мм, и нет хорошо выраженного, как на европейской территории России и Западной Сибири, постепенного уменьшения осадков к югу.

Сочетание тепла и влаги способствует произрастанию леса на большей части территории Восточной Сибири. Однако сложный рельеф данного региона нарушает природную зональность.

Наиболее благоприятные условия (достаточно тепла и влаги) складываются на территории Среднесибирского плоскогорья, где выпадает от 600 до 1000 мм осадков. К востоку, на территории Центральной Якутии, с уменьшением



Дальний Восток.

осадков до 200 — 250 мм увеличивается засушливость. Только здесь на широтах около 60° наблюдаются отрицательные разности между осадками и испаряемостью, что формирует остепненные ландшафты. Климат Байкала и его побережий носит морской характер, что определено большими размерами озера и отгороженностью его от окружающей территории горными хребтами. Зимой над Байкалом формируется очаг пониженного давления. А из области повышенного давления над Восточной Сибирью по долинам рек в сторону Байкала дуют ветры. Минимум осадков наблюдается в феврале — марте (10 — 20 мм). В Забайкалье в связи с уменьшением осадков до 300 — 400 мм засушливость увеличивается с севера на юг. На юго-западе и особенно на юго-востоке Забайкалья, где испаряемость превышает осадки на 200 мм, формируются степи. Однако большая засушливость отмечается по долинам рек, в межгорных котловинах и на южных склонах. В отличие от других регионов России, в Восточной Сибири лес на северных склонах заходит в самые южные районы Забайкалья, а степи по долинам рек встречаются севернее 60° с. ш.■



Снежный баран (Курильский заповедник).

На Дальнем Востоке климат носит муссонный характер, который наиболее ярко выражен на юге, а к северо-востоку постепенно ослабевает. Сезонная смена океанического и континентального влияния отражается на характере климата: лето умеренно теплое и дождливое, зима холодная и малоснежная.

Распространение зимой холодного воздуха из внутренних районов Сибири обусловливает низкую среднюю температуру, которая в нижнем течении Амура составляет –27°С, а в южных районах Дальнего Востока на широте Крыма –20°С. На Сахалине зима менее сурова, чем на материке. На Камчатке, где зима мягче, влияние континентального муссона меньше. В южной половине Приморья снега так мало, что в реках нет весеннего паводка. На севере Приамурья, Сахалине, Камчатке осадки и снежный покров возрастают. Особенно мощный снежный покров на Камчатке, где он достигает 2 м.

Летом преобладают юго-восточные ветры, с которыми на континент распространяется влажный тихоокеанский воздух.

На эту территорию распространяются как западные циклоны (Монголии, Сибири), так и юга — тихоокеанские. Увлажненный климат Дальнего Востока обязан прежде всего южным циклонам, несущим значительные осадки, которые приводят иногда к наводнениям. В редких случаях южные районы Дальнего Востока навещают тайфуны. Обычно тайфуны выходят на эту территорию осенью.

Приток морского воздуха на материк, большая облачность и количество осадков несколько снижают поступление солнечной радиации и температуру воздуха.

Осадки теплого периода достигают 500 мм на равнинах и 800 — 1000 мм в горах и составляют 80% от годовой суммы. Годовое количество осадков всюду превышает испаряемость, поэтому везде в большей или меньшей степени – избыток увлажнения. Преобладают смешанные леса.■

На Байкале хозяйничают местные ветры, многие из которых носят штормовой характер. Таковы северо-западный ветер сарма, юго-западный ветер култук, северо-восточные верховик и баргузин, юго-восточный шелонник. Особенно большой силой отличается сарма. Холодный воздух, переваливая через Байкальский или Приморский хребет, проникает в котловину, занятую озером, вдоль долины реки Сармы. Ветер, набрав силу над Приморским хребтом, срывается в южную часть озера, поднимая водяную пыль и брызги, быстро замерзающие на лету. Скорость ветра при сарме нередко превышает 40 м/с, но уже в 20 — 30 км к востоку от устья реки ветер заметно ослабевает.■



Будапешт. Большое кольцо.

Микроклимат городов

Что представляет собой городской воздух и чем он отличается от воздуха сельской местности?

Особый микроклимат существует в городах. Город состоит из искусственной и твердой поверхности: асфальт, бетон, кирпич, камень, стекло, которые не могут впитывать атмосферную влагу, и все выпадающие осадки удаляются через стоки, что приводит к иссушению не только самой поверхности, но и воздуха города. Сухость городской атмосферы подтверждается более низкой (абсолютной и относительной) влажностью и очень редкими туманами в больших городах.

В городе всегда теплее по сравнению с пригородом в любое время года. Причина тому — выброс в атмосферу большого количества тепла: отопительные системы, промышленные и бытовые предприятия, прогреваемые здания, асфальт улиц и, конечно, автотранспорт. Любой достаточно большой город с высотной жилой застройкой, высоким промышленным потенциалом и большим количеством жителей является «островом тепла». Разность температур воздуха в городе и пригороде может достигать десятков градусов и возрастать постепенно от пригорода к центру города. В зимнее время в сибирских городах разность температур возрастает до 10 — 15°С. Чем менее озеленен город и чем меньше в нем водоемов, тем меньше испарение, поглощающее тепло из воздуха.

Для северных городов это положительный фактор. В южных же городах население испытывает дискомфорт из-за высоких температур, потому и приходится прибегать к кондиционированию жилых помещений. Температурное поле в городе довольно пестрое. Это связано в первую очередь с многообразием условий облучения прямыми солнечными лучами. В результате вертикальной архитектуры городские застройки зданий за-



Мехико.



Газы от автомобилей, заводов, электростанций под действием солнечных лучей образуют смог в Лос-Анджелесе (США).



теняют улицы и друг друга. Поэтому в городском строительстве всегда учитывается солярная экспозиция и продолжительность облучения как на улице, так и в квартирах.

В городском микроклимате немаловажную роль играет ветер. Именно в городах есть улицы, направление которых совпадает с преобладающим направлением ветров, где скорость их всегда велика. В то же время в защищенных от ветра дворах всегда тихо. При проектировании городских кварталов и иных объектов учитывается не только естественная освещенность, но и ветровой режим (свободная планировка зданий). Учет особенностей ветрового режима в городе необходим еще по одной, очень важной причине — это загрязнение воздуха. Именно ветровому перемешиванию и выносу примесей от источника их выброса принадлежит главная роль.■

Городской воздух — это примеси, которые содержатся в городской воздушной среде из-за функционирования многочисленных промышленных предприятиий, хозяйственной деятельности городских служб и, конечно, автотранспорта. Таким образом, в городском воздухе большое количество углекислоты, сернистых соединений, целый ряд вреднейших веществ искусственного происхождения и сильнейшие окислители, а также огромное количество взвешенных капелек солей, щелочей и кислот (влажный аэрозоль) и более крупных несмачиваемых частиц пыли, пепла, песка, сажи (сухой аэрозоль). Многие примеси активно поглощают солнечную и атмосферную радиацию, еще более повышая температуру воздуха. Все примеси активно перемешиваются вертикальными токами, которые развиваются в атмосфере города, более крупные осаждаются на поверхности, загрязняя ее, а мелкие уносятся вверх, вступают в химические реакции, увеличивая и без того высокую концентрацию загрязняющих воздух веществ во всем слое городской атмосферы.

Примесь в воздухе иногда достигает очень высоких концентраций, во много раз превышающих предельно допустимые. Степень загрязнения воздушной среды в городе во многом определяется погодой. Лучше всего очищается воздух, когда дует сильный ветер или выпадают осадки. Снег и дождь, особенно затяжной, хорошо промывают атмосферу, захватывая примесь и осаждая ее на поверхность или вступая с ней в химическую реакцию. Но в тихую погоду вредные примеси накапливаются в воздухе. Если потенциал загрязнения воздуха очень высок и влажность воздуха большая, то особенно активно идут окислительные процессы и образуется **смог** («дымный туман»). Ярким примером может служить лондонский смог прошлого столетия, когда отопительные системы работали на угле. С переходом на газовое отопление воздушная среда в городах заметно улучшилась. Но появилась другая опасность — резко возросшее количество транспортных средств, сильно загрязняющих воздух в самом нижнем слое, у земной поверхности. Летом в тихие солнечные дни концентрация примеси, взаимодействующая с солнечной энергией и друг с другом, увеличивается во много раз и порождает новые, чрезвычайно опасные для здоровья химические соединения. Развивается фотохимический смог, он характерен для городов с жарким климатом (Лос-Анджелес, Токио, Мехико, Бангкок и др.). В тех городах, где постоянно дуют сильные ветра, например приморских, высокие концентрации примесей в воздухе бывают значительно реже.■

Жители городов знакомы с признаками, по которым можно определить появление смога. Это длительная тихая и солнечная погода, цвет небосвода меняется с голубого на серо-желтый, над центром города появляется пелена загрязненного воздуха – дымка, а затем и туман.

В такую погоду не следует долго находиться на улице, особенно вблизи проезжей части и больших магистралей. Родители с маленькими детьми должны гулять в парках, скверах, внутри озелененных кварталов, на берегу водоемов.■

В 1826 г. **Люк Говард**, известный английский физик и метеоролог, писал о знаменитом лондонском смоге: «Вчера в час дня туман над городом был такой плотный, что в магазинах и конторах зажгли лампы и свечи... и в то же время в пяти милях от города сверкало солнце, а атмосфера была безоблачной и прозрачной...»

В результате смога изменяется дальность видимости. Видимость в центре крупных городов всегда хуже, чем в сельской местности. Так, в больших городах США плохая видимость наблюдается на 30 – 50% чаще, чем за городом. Туманы с видимостью менее 1 км в европейских городах бывают вдвое чаще, чем в их окрестностях. Поэтому потери в продолжительности солнечного освещения в промышленных центрах нередко превышают 20%.■

В провинциальных городах, где воздух не так загазован, как в больших, дышится легче.



Пространство жизни на Земле

В ряду планет Солнечной системы Земля уникальна. Ее состав, строение и сочетание основных свойств таковы, что только на ней возможна органическая жизнь, и нигде более во Вселенной она пока не обнаружена. Когда именно появилась жизнь на Земле и не была ли она привнесена извне, из космоса – вопрос до сих пор окончательно не решен. Но достоверно известно, что уже примерно 4 млрд. лет назад простейшие организмы обитали в первобытном океане. Долгий и тернистый путь прошло живое вещество, совершенствуя свои формы и осваивая новые пространства. В результате возникла и стала бурно развиваться биосфера – среда жизни. Иногда ее рассматривают как «непрерывный слой живого вещества», но, строго говоря, это не совсем верно. Есть несколько оболочек планеты – гидросфера, почвенный покров и примыкающие к ним верхний слой земной коры и нижние слои атмосферы, в пределах которых могут существовать организмы, но распределены они там крайне неравномерно. Общая масса живых существ, или биомасса в выражении сухого вещества, составляет менее $2x10^{12}$ т. Она несоизмеримо мала по сравнению с массой всей Земли (около $6x10^{27}$ т).

Биосфера в настоящее время – один из наиболее мощных преобразователей планеты. Непрерывно идет круговорот вещества и энергии, который связан с живыми организмами. Действует он благодаря живительной энергии Солнца, поглощаемой зелеными растениями. Они образуют так называемую фитосферу, которая выступает как главный накопитель энергии. Биосфера состоит из ряда легких химических элементов, которые вступают в связь с углеродом и образуют бесконечное разнообразие соединений. Они же в основном и участвуют в биологическом круговороте. Он разбивается на пищевые, или трофические, цепи: одни виды служат источником питания другим. Зеленые растения – продуценты – создают органическое вещество, которое служит источником питания растительноядным животным. Те в свою очередь служат охотничьим трофеем для хищников. За счет всех выше названных существуют паразиты. Таким образом происходит превращение первичной продукции в различные виды животной, вторичной по своей сути. Отмершие остатки перерабатывают сапрофаги, которые разрушают органическое вещество и доводят его до состояния, приемлемого для нового вовлечения в круговорот.

Живые организмы не существуют сами по себе. Они образуют бесконечно разнообразные скопления, или сообщества. Растения образуют фитоценозы, ассоциации, которые объединяются в формации и далее – в типы растительности. К таковым относятся леса, луга и степи, знакомые жителям России, и экзотические – саванны, мангровые заросли в далеких тропических странах... Растительность немыслима без животного мира. Их совокупность составляет биомы.

Разнообразие жизни, формы ее проявления, запасенные ею масса и энергия подчиняются географическим условиям местности и прежде всего закону широтной зональности. На местные особенности накладываются сезонные миграции животных – своеобразные «волны жизни».

Самые суровые условия в Арктике и Антарктике. Их называют «макушками планеты». Лета там или нет совсем, или оно заглядывает на месяц-полтора. Но жизнь существует и здесь, в основном за счет энергии, приносимой извне. В тундре еще сохраняется скудный энергетический рацион, растения боятся подняться над землей, но уже в состоянии обеспечить питанием не только животных, обитающих здесь, но и прилетных птиц.

Чуть южнее – в самых северных, таежных лесах наблюдается мощный всплеск биомассы, не намного уступающей по запасам тропикам. Вместе с тем видовое разнообразие жизни еще невелико. Оно будет медленно возрастать по мере продвижения на юг, в смешанных и широколиственных лесах. Далее на юг следуют степи и пустыни, где общая масса и разнообразие живых существ сокращаются – сказывается сухость климата. В тропиках и экваториальном поясе – максимум прироста живого вещества и его видового разнообразия. Особенно это характерно для гилей – влажных тропических лесов. Там настоящее пиршество жизни. Деревья поднимаются на 40 – 60 м и более и образуют до 12 ярусов. Во влажном сумраке ведут непрерывную борьбу за существование бесчисленные обитатели, многие из которых человеку еще не известны.

Биоразнообразие Земли в целом и отдельных ее регионов характеризуют такие понятия, как флора и фауна. В XX в. наука открыла в 500 раз больше видов растений и животных, чем было известно человечеству в предыдущие эпохи. Общее число открытых теперь видов достигает более 1,7 млн., но ученые предполагают, что это всего 1/20 всех видов, обитающих на планете, и каждый год открываются новые формы жизни. Из известных почти 1,3 млн. животных, среди которых преобладают насекомые (около 1 млн.).

Каждый вид животного или растения обладает своим «жизненным пространством», т. е. областью распространения, или ареалом. Некоторые виды пережили не одну геологическую эпоху и существуют в настоящее время как реликты прошлого. Как правило, это уникумы, присущие только данному месту, с крайне ограниченным ареалом. На сокращение видов влияет не только изменение природной среды, но и хозяйственная деятельность человека. Другие виды весьма широко расселены по планете, и на их распространение мало влияет климат и человек – это космополиты «царства живой природы»...

Самостоятельное «царство природы» представляет собой тонкий плодородный слой, покрывающий верхнюю твердую оболочку, – земную кору. Почва – уникальное творение природы, без которого немыслима современная жизнь на Земле. Это биокосное, т. е. мертво-живое тело, как называл почву основатель почвоведения русский ученый В. В. Докучаев. Он отводил ей особое место среди живых и мертвых тел окружающего нас мира. И те, и другие принимают участие в создании почв, взаимодействуя между собой в течение длительного времени.

Первые почвы появились на Земле около 500 млн. лет назад – вскоре после того, как первые организмы поселились на суше, и их аналоги в виде тонкой пленки можно увидеть сегодня на скалах и каменных развалах. Современные почвы гораздо «моложе». Им максимум 5 – 7 млн. лет, а чаще первые сотни лет. Но в любом случае почва – результат очень длительного развития. И чем древнее почва, тем, как правило, тучнее она, а значит и плодороднее.

Первое, что видишь, глядя на почву, – это ее цвет. И в названиях часто подчеркивается именно это ее свойство. Черноземы, красноземы и желтоземы, бурые, коричневые и каштановые – такими терминами пестрят почвенные карты. Россия – несомненный лидер в области изучения почв. Русские имена носят не только известные исследователи, но и многие типы почвенного покрова.

Сама по себе почва весьма неоднородна и подразделяется на несколько слоев – горизонтов. Есть в ней вещество «материнских» пород, корни живых растений и их отмершие остатки, вода и воздух, необходимые для их дальнейшего роста. Но главное, пожалуй, для плодородия – это специфическое, присущее только почве, органическое вещество, которое и придает ей темную окраску: гумус, а также почвенные микроорганизмы и животные, активно участвующие в его производстве.

Бесконечно разнообразие почв, и распространение их типов подчиняется прежде всего широтной зональности. Этот главный географический закон был установлен именно при изучении почв – настолько четка их зависимость от климатических условий местности. Конечно, велико влияние и других факторов. Но в последние тысячелетия среди них на первое место вышел человек. Уже 3% почв полностью преобразовано – покрыто городской застройкой, карьерами, свалками, дорогами. 11% распахано, но площадь пашни все время сокращается из-за эрозии и опустынивания территорий. Примерно столько же плодородных земель еще находится в резерве, но использовать их не просто, и это связано с серьезным экологическим риском.

Колоссальное воздействие человека на биосферу и почвенный покров поставило планету на грань экологической катастрофы. И выход из нее может быть найден только на пути к ноосфере – высшей стадии развития биосферы. Один из основоположников учения о ноосфере – В. И. Вернадский – считал, что наше будущее в сознательной, целеустремленной творческой деятельности, направленной на оптимальное использование ресурсов природной среды. Ведущую роль при этом он отводил научной мысли.■

БИОСФЕРА – СРЕДА ЖИЗНИ

Биосфера — оболочка Земли, где распространена жизнь и где существует «живое вещество», определяющее химический состав и энергетические процессы в атмосфере, гидросфере, верхнем слое литосферы и в почвенном покрове. Иначе говоря, биосфера — единая динамическая система на поверхности Земли, созданная и регулируемая жизнью. Биосфера — среда обитания живых организмов.

Авторы примелькавшихся газетных публикаций на тему «Наш дом – биосфера», тревожась за судьбу экологии планеты, подчас забывают, что эту озабоченность высказывал еще **М. В. Ломоносов** (1711 – 1765). В книге «О слоях земных» (не позднее 1761 г.) он писал о состоянии и строении «нашего общего дома, где мы живем и движемся...». В трудах М. В. Ломоносова – истоки всех направлений наук об окружающей человека среде.
Принципиально новое направление в познании законов взаимоотношения человека и природы дал в XX в. **В. И. Вернадский** (1863 – 1945), которого нередко называют Ломоносовым XX в.■

Основатель химии как науки английский ученый **Р. Бойль** (1627 — 1691) и один из основоположников современной химии, автор классического курса «Начальный учебник химии» (1789) французский химик **А. Лавуазье** (1743 — 1794) пытались понять химические механизмы жизнедеятельности и влияние живых организмов на состав газов, вод и горных пород окружающей природы. Французские естествоиспытатели **Ж. Л. Бюффон** (1707 — 1788) и **Ж. Б. Ламарк** (1744 — 1829) рассматривали природу как единое целое. Ж. Б. Ламарк в 1802 г. в работе «Гидрогеология» употребил и термин «биосфера» наряду с введенным им понятием «биология». Учение о биосфере смогло возникнуть и развиться только благодаря существенным достижениям в химии и атомистике, а также созданию науки геохимии и открытию химического единства мира.■



Биосфера как специфическая земная оболочка объединяет нижнюю часть воздушной оболочки (**атмосферы**) – так называемую **тропосферу**, где активная жизнь может существовать до высоты 10 — 15 км; всю водную оболочку (**гидросферу**), в которой жизнь проникает до наибольших глубин Мирового океана, превышающих 11 км; верхнюю часть твердой оболочки (**литосферы**) — кору выветривания, имеющую мощность обычно 30 — 60 м, а иногда 100 — 200 м и более. (**Корой выветривания** называют совокупность геологических отложений, образованных продуктами разложения и выщелачивания горных пород различного состава, которая остается на месте ее возникновения или перемещается на небольшое расстояние, но не утрачивает связи с «материнской» породой.) За пределами коры выветривания жизнь может быть обнаружена лишь в отдельных случаях. Так, на глубине более 4500 м в нефтеносных водах найдены микроорганизмы. Если включить в биосферу и слои атмосферы, в которых возможно существование покоящихся зачатков организмов, то по вертикали она достигнет 25 — 40 км. Установленные на ракетах специальные ловушки обнаружили наличие микроорганизмов и на высотах до 85 км.

Жизненные процессы оказывают влияние не только на области, где протекает активная жизнь, но и на верхние слои литосферы — **стратосферу**, минералогический и элементный составы которой сформированы биосферами геологического прошлого. Мощность стратосферы, по В. И. Вернадскому, 5 — 6 км. Создают стратосферу в основном организмы, вода и ветер, который перерабатывает и перемещает осадочные породы после их поднятия над водой.

В пределах биосферы существуют области, где активная жизнь невозможна. Так, в верхних слоях тропосферы, а также в наиболее холодных и жарких районах земного шара организмы могут существовать лишь в состоянии покоя. Совокупность этих областей биосферы называют **парабиосферой**. Однако и в тех областях биосферы, где организмы могут существовать в активном состоянии, жизнь распределена неравномерно.■

«Непрерывный слой живого вещества», как его называл В. И. Вернадский, занимает водную толщу и узкой полосой простирается между литосферой и тропосферой, включая в свой состав почву и подпочву с находящимися в них корнями растений, грибами, микроорганизмами и почвенными живот-

ными, и приземную часть тропосферы, где располагаются надземные части растений и переносится основная масса их пыльцы, спор и семян. Этот «непрерывный слой живого вещества» назван **фитосферой** (или **фитогеосферой**), поскольку в нем основными накопителями энергии являются растения. Мощность фитосферы велика только в области океанов, где она чуть выше 11 км, а на суше она измеряется метрами или десятками метров и лишь в отдельных, небольших по площади регионах возрастает до 100 — 150 м. При этом в литосфере и гидросфере, а также на границе с тропосферой организмы осуществляют весь цикл развития, в то время как в самой тропосфере живые существа могут находиться лишь временно, так как размножаться они здесь не могут.■

Каковы же основные признаки биосферы как оболочки Земли? **Первый признак:** химический состав, созданный жизнедеятельностью живых организмов. **Второй признак**: присутствие жидкой воды в значительных количествах. **Третий признак**: мощный поток энергии от Солнца. **Четвертый признак**: наличие поверхности раздела между веществами, находящимися в жидком, твердом и газообразном состояниях. Для современной биосферы очень важно также присутствие свободного кислорода.

Жизнь, совокупную деятельность всех организмов на Земле В. И. Вернадский считал наиболее мощным геохимическим фактором, преобразующим поверхность Земли, энергетическим фактором планетарного масштаба и значения, о котором он писал так: «В чем бы явления жизни ни состояли, энергия, выделяемая организмами, есть в главной своей части, а может быть и целиком, лучистая энергия Солнца. Через посредство организмов она регулирует химические проявления земной коры».

В. И. Вернадский понимал под биосферой все те слои земной коры, которые в течение всей геологической истории подвергались влиянию активности организмов. И не случайно свою работу «Очерки геохимии» (1934) В. И. Вернадский открывает главой «Геохимия — наука двадцатого столетия»: только в XX в. сформировались представления о земных геосферах, структуре атомов химических элементов, циклических или органогенных элементах, о механизмах геохимических превращений. Это и позволило ученому утверждать: «Вихрь атомов, входящих и выходящих из живого организма, устанавливается определенной организованностью среды жизни, геологически определенным механизмом планеты — биосферой».■



В 1875 г. австрийский геолог Э. Зюсс ввел понятие об оболочках земной коры: водную оболочку он назвал гидросферой, твердую – литосферой, а область земной коры, охваченную жизнью, – биосферой.





Широкое распространение термин «биосфера» получил только в начале XX в., после того как В. И. Вернадский (1926) создал биосферную концепцию процессов на земной поверхности, т. е. учение о биосфере как об активной оболочке Земли, физические, химические и энергетические параметры которой созданы современной и прошлой деятельностью живых организмов. Концепция биосферы определила и современную концепцию отношения человечества и природы: человек — порождение и элемент биосферы. Разрушив ее, он подорвет и условия для собственной жизни.■

Пруды, реки, пойменные луга – немногие из оставшихся естественных экосистем современной биосферы.



Организованность биосферы

Биосфера — это сложная термодинамически открытая система на поверхности Земли, действующая благодаря энергии Солнца и жизнедеятельности живых организмов, аккумулирующая и перераспределяющая огромные потоки вещества и энергии. Этот процесс возможен только благодаря химическим свойствам циклических, или органогенных элементов, названных так В. И. Вернадским в его геохимической классификации элементов за их способность к многочисленным химическим обратимым процессам, а геохимическая история всех этих элементов может быть выражена циклами.

Понятие «живое вещество» и весь комплекс представлений о его геохимической деятельности введены в науку В. И. Вернадским. В 1919 г. он писал: «Под именем живого вещества я буду подразумевать всю совокупность всех организмов, растительности и животных, в том числе и человека. С геохимической точки зрения эта совокупность организмов имеет значение только той массой вещества, которая ее составляет, ее химическим составом и связанной с ней энергией. Очевидно, только с этой точки зрения имеет значение живое вещество и для почвы, так как, поскольку мы имеем дело с химией почв, мы имеем дело с частным проявлением общих геохимических процессов. Живое вещество, вошедшее в состав почвы, обусловливает в ней самые разнообразные изменения ее свойств, обычно не учитываемые в почвоведении. На первом месте я остановлюсь здесь на его влиянии на мелкозернистость почвы, ибо это свойство почвы является самым основным и резким ее отличием от всех других продуктов земной поверхности. Оно же определяет ход всех химических реакций в почве и делает из почвы активнейшую область с химической точки зрения в биосфере».



Тогда же ученый впервые высказал мысль о совместном нахождении химических элементов в живом веществе, которое определяется биологическими свойствами организмов, а не химическими свойствами элементов.■

Для построения живых организмов из 105 химических элементов обязательны шесть — углерод, азот, водород, кислород, фосфор, сера. Для них характерны малый атомный вес, легкость отдачи и присоединения электронов. Главный элемент среди них — углерод. Благодаря способности атомов соединяться в цепи углерод может образовывать бесконечное множество соединений. Остальные пять элементов также чрезвычайно легко образуют общие электронные пары с атомами других элементов, в том числе и друг с другом.

Что касается количества накапливаемых элементов, то 99,9% живой массы организмов составляют элементы «ис-

Питание, дыхание и размножение организмов и связанные с этим процессы создания, накопления и распада органического вещества обеспечивают постоянный круговорот вещества и энергии. Такой круговорот обусловливает миграцию атомов химических элементов (прежде всего биогенных — C, H, O, N, P, S, Fe, Mg, Mo, Mn, Cu, Zn, Ca, Na, K и др.) — их биогеохимические циклы. В ходе биогеохимических циклов атомы большинства химических элементов проходят бесчисленное множество раз через живое вещество. Так, например, весь кислород атмосферы оборачивается через живое вещество за 2000 лет, углекислый газ — за 200 — 300 лет, а вся вода биосферы — за 2 млн. лет.■



В 1792 г. **А. Лавуазье** в своем труде «Круговорот элементов на поверхности земного шара» писал: «Растения получают из окружающего их воздуха, из воды и из всей неживой природы в целом вещества, необходимые для организма. Животные питаются либо растениями, либо другими животными, так что в конечном счете вещества, из которых строится их организм, берутся из воздуха или из минерального царства. Брожение, гниение и сгорание непрерывно возвращают в воздух атмосферы и в минеральное царство те исходные вещества, которые у них позаимствовали растения и животные».■

В начале XX в. **В. И. Вернадский** писал так: «...организмы представляют живое вещество, т. е. совокупность всех живых организмов, в данный момент существующих, численно выраженное в элементарном химическом составе, в весе, в энергии. Оно связано с окружающей средой биогенным током атомов: своим дыханием, питанием и размножением».■

ходной дюжины»: H, C, N, O, Na, Mg, P, S, Cl, K, Ca, Fe. Все они относятся к первым 26 элементам периодической системы, на что обратил внимание еще Д. И. Менделеев. Живая масса на 99% образована всего четырьмя элементами – H, C, N, O, которые отличаются высокой реакционноспособностью, имеют хорошо растворимые соединения и активно взаимодействуют с углеродом.■

В биосфере круговорот элемента будет быстрым и устойчивым только в том случае, если этот элемент не только растворим, но и летуч, т.е. если одно из его соединений может, подобно воде, возвращаться на сушу через атмосферу.

Таких элементов в биосфере не менее трех: углерод, азот и сера. Среди их «воздушных» соединений — двуокись углерода (CO_2), метан (CH_4), свободный азот (N_2), аммиак (NH_3), сероводород (H_2OS) и двуокись серы (SO_2). Интересно, что в процессе круговорота углерод, азот и сера меняют свою валентность. Все они находятся в биосфере в более восстановленной форме, чем в окружающем мире.

В обмене веществ между живой и неживой природой наиболее важно перераспределение газов. Растения, синтезируя органическое вещество, поглощают из атмосферы углекислый газ и выделяют кислород. Связывание в органическом веществе 1 г углерода сопровождается выделением 2,7 г кислорода. С 1 га луга за год в атмосферу выделяется 10 — 12 тыс. м^3 кислорода.■

Важнейшая стадия круговорота — восстановление двуокиси углерода. По существу, это реакция присоединения водорода, дающая в результате формальдегид. Источником водорода служит дегидрирование воды (отнятие у нее водорода), при этом попутно освобождается кислород. Такой способ накопления энергии химических связей свойствен только зеленым растениям, но аккумулированная энергия становится пригодной для других жизненных реакций и для функционирования трофических (пищевых) цепей. Углерод, фиксированный растениями и использованный затем не только ими, но и животными, возвращается во внешнюю среду, где может включиться в любой из геохимических круговоротов.

Напомним, что для биосферы характерно не только присутствие живого вещества. В ней в значительных количествах содержится жидкая вода, биосфера принимает на себя мощный поток энергии солнечных лучей, в биосфере лежат поверхности раздела между веществами, находящимися в одной из трех фаз — твердой, жидкой и газообразной. Благодаря этому для биосферы характерен непрерывный круговорот вещества и энергии, в котором активнейшую роль играют живые организмы.■





Автор химической теории брожения и гниения, теории минерального питания растений великий немецкий химик **Ю. Либих** (1803 – 1873) доказал, что поскольку поглощенный организмом кислород выходит из тела наружу не иначе, как в форме соединений с углеродом и водородом, запасы которых пополняются с приемом пищи, то количество необходимой пищи находится в прямой связи с потребляемым кислородом, т. е. с тем кислородом, который будет потрачен на окисление пищи.■



Три основные функциональные группы живущих организмов, позднее названные продуцентами, консументами и редуцентами, были впервые выделены А. Лавуазье. Их совокупная деятельность обеспечивает работу трофических (пищевых) цепей, благодаря которым поддерживается единство биоценоза как системы (от греч. koinos — общий).

Продуктивность биосферы

Поток солнечной энергии на верхней границе атмосферы, включая волны любой длины, составляет в среднем 700 ккал/см² в сутки. Около 55 ккал/см² в год энергии видимой части спектра достигает земной поверхности и частично используется организмами.

Способность накапливать энергию солнечного света в органическом веществе называется **продуктивностью живых организмов**. Проникая из космоса в биосферу, энергия накапливается при помощи растений не только в самих растениях, но и в животных, почвах, в минералах земной коры, приземном слое воздуха и водах. Следовательно, в биосфере благодаря деятельности организмов, в первую очередь хлорофиллоносных растений, идет грандиозный процесс постепенного накопления запасов энергии, что замедляет процессы энтропии (от греч. entropia – поворот, превращение) — рассеивание энергии, излучение ее Землей в космическое пространство. Скорость процессов обмена веществ, происходящих на нашей планете, кажется не совместимой с незначительной массой живого вещества, которая составляет лишь около 0,01% массы земной коры в слое 16 км.■

Когда говорят об изменении биомассы и биологической продукции, используют такие понятия, как «продуктивность» и «первичная валовая продукция». **Биомасса** – это масса всех организмов, присутствующих в экосистеме в момент наблюдения. Биомасса может быть выражена числом особей, а также в весовых и энергетических единицах (калориях).

Продуктивность — это скорость продуцирования биомассы. Первичной продуктивностью называется скорость, с которой **продуценты** (зеленые растения) в процессе фотосинтеза связывают энергию и запасают ее в форме органических веществ; эти вещества могут быть использованы растительноядными организмами, т. е. **консументами**, в качестве пищи.

Первичной валовой продукцией называют суммарную продукцию фотосинтеза (суммарную ассимиляцию), включающую, следовательно, и вещество, сжигаемое при дыхании за период наблюдения. **Чистая первичная продуктивность**, или **фотосинтез**, — это скорость накопления создаваемого органического вещества сверх того, которое затрачено на дыхание; чистая продукция (Пч) — это вещество, которое, например, можно взвесить после уборки урожая зерновых. Наконец, термин **вторичная продуктивность** предназначен для биомассы, продуцируемой консументами.

Продуценты начинают собой **трофические** (пищевые) **цепи**, т. е. соподчиненные

Живое вещество распределено в биосфере крайне неравномерно. Максимум его приходится на приповерхностные участки суши (особенно велика биомасса тропических лесов) и гидросферы, где в массе развиваются зеленые растения и живущие за их счет гетеротрофные организмы. Более 90% всего живого вещества биосферы, образованного главным образом углеродом, кислородом, азотом и водородом, приходится на наземную растительность (97 — 98% биомассы суши). Общая масса живого вещества в биосфере оценивается в $1{,}8 - 2{,}5 \cdot 10^{18}$ г (в пересчете на сухое вещество) и составляет лишь незначительную часть массы биосферы ($3 \cdot 10^{24}$ г).■

«Живые организмы, — писал **В. И. Вернадский**, — являются функцией биосферы и теснейшим образом материально и энергетически с ней связаны, являются огромной геологической силой, ее определяющей. Для того чтобы в этом убедиться, мы должны выразить живые организмы как нечто целое и единое».■



Организмы изменяют химизм биосферы, выборочно накапливая отдельные элементы и выделяя их во внешнюю среду в форме совершенно иных химических соединений.■



ряды организмов. В таком ряду одни организмы служат пищей другим, а их в свою очередь поедают третьи.
Трофические цепи образуют последовательность иерархических уровней — от уровня создания продукции до нескольких уровней потребления.
Биомасса какого-либо трофического уровня характеризуется некоторым количеством энергии, накопленной на этом уровне.■



В соответствии со вторым законом термодинамики при переходе потока энергии с одного уровня на другой значительная часть потенциальной энергии теряется. Так, всего лишь 1% общего количества солнечной энергии, попадающей на растение, идет на фотосинтез.
Судьба органического вещества какого-либо трофического уровня, которое служит кормом для организмов вышестоящего уровня, неоднозначна: большая его часть выбрасывается в форме экскрементов, становящихся началом цепей питания сапрофагов (от греч. sapros – гнилой и phagos – пожиратель); значительная доля пищи сгорает в процессе дыхания, остальная служит материалом для образования новой протоплазмы.Таким образом, в потоке сохраняется лишь малая часть потенциальной энергии предыдущего уровня, тогда как большая рассеивается в форме тепла. Следовательно, с переходом от одного уровня к другому продуктивность весьма ощутимо снижается.■



Способность живых организмов избирательно накапливать, концентрировать из рассеянного состояния отдельные химические элементы В. И. Вернадский называл концентрационной функцией живого вещества. Необычайно ярко эта функция проявляется в океане.

Разные организмы в разной степени способны аккумулировать из среды обитания различные элементы, например: железобактерии — железо; простейшие кокколитофориды и фораминиферы, а также многие моллюски и кишечнополостные — кальций; хвощи, диатомовые водоросли, радиолярии и др. — кремний; губки — йод; асцидии — ванадий и т. д. Содержание углерода в растениях в 200 раз, а азота в 30 раз превышает их уровень в земной коре. Под влиянием живых организмов происходит интенсивная миграция атомов элементов с переменной валентностью, создаются их новые соединения.■

Трофические цепи можно разделить на три важнейшие группы:
цепи хищников начинаются продуцентами, ассимилирующими минеральные вещества из абиотической среды, и продолжаются растительноядными, поедающими продуцентов и в свою очередь служащими кормом для мелких хищников, которых пожирают более крупные, и т.д.;
цепи паразитов начинаются организмами относительно крупного размера и продолжаются более мелкими;
цепи сапрофагов начинаются мертвым органическим веществом и продолжаются чаще всего грибами, которых используют в пищу животные и микроорганизмы.
Один и тот же продуцент может служить кормом для различных растительноядных, а они в свою очередь — для разных хищников.





Хищник и его жертвы.



Рысь – одна из представителей хищных млекопитающих – конечное звено естественной трофической цепи.

Вследствие этого в биоме создается сложное множество кормовых цепей, которые, переплетаясь между собой, образуют трофическую (кормовую) цепь.

Поток энергии, проходящий через трофический уровень, представляет собой сумму продуцируемой биомассы и веществ, затраченных в процессе продуцирования на дыхание.■

Величины продуктивности экосистем земного шара весьма различны и меняются в зависимости от морских или континентальных условий, от географической широты и высоты над уровнем моря.

В течение последнего миллиона лет экосистемы суши, сформировавшиеся в результате взаимодействия между постоянно эволюционирующими живыми организмами и абиотическими компонентами окружающей среды, все больше и больше испытывали влияние человека. Часто границы между антропогенными экосистемами и системами, еще сохраняющими в той или иной степени свой естественный обмен, оказываются очень четкими, что позволяет классифицировать все мозаичное многообразие экосистем, покрывающих поверхность материков, следующим образом:

леса всех типов — 40,6 млн. км^2, или 28% суши;

степи, луга, естественные или искусственные постоянные пастбища — 26,0 млн. км^2, или 17% суши;

обрабатываемые земли, пустыни и полупустыни, естественные или искусственные — 14,5 млн. км^2, или 10% суши;

основные площади, занятые населенными пунктами и промышленными предприятиями; пространства, покрытые вечными снегами (главным образом на антарктическом материке), — 66,9 млн. км^2, или 45% суши.■

Солнечная энергия, достигающая поверхности Земли в течение года, исчисляется величиной порядка 5 · 1020 ккал. В средних широтах это обеспечивает приток тепла около 9 млрд. кал на 1 га в год. С какой же эффективностью используют эту энергию различные экосистемы? Так, 1 га леса в среднем дает 6 т древесины и 4 т листвы, что при сжигании дает 46 млн. ккал. Если сопоставить полученные 9 млрд. кал с удержанными 46 млн. ккал, то эффективность составит около 0,5%. Эти цифры определяют чистую продуктивность; валовая продуктивность существенно больше. Активность экосистемы меняется. Например, для букового леса она достигает максимума при возрасте деревьев 40 – 60 лет. В этот момент листья бука синтезируют 23,5 т вещества на 1 га в год. Однако большая часть этого вещества тратится на дыхание и уходит с опадающими листьями и другими частями дерева.

Сравнение поверхности листвы деревьев умеренных и тропических широт показывает, что тропическая растительность на плодородных почвах и при хорошем снабжении водой в 2 — 2,5 раза продуктивнее, чем растительность умеренных областей.■

Биогенные элементы – это химические элементы, постоянно входящие в состав организмов и необходимые им для жизнедеятельности. В живых клетках обычно обнаруживают следы почти всех химических элементов, присутствующих в окружающей среде, однако для жизни необходимы около 20. Важнейшие биогенные элементы — кислород (составляет около 70% массы организмов), углерод (18%), водород (10%), азот, кальций, калий, фосфор, магний, сера, хлор, натрий (2%). Эти элементы присутствуют в клетках всех видов организмов. Некоторые биогенные элементы имеют важное значение только для определенных групп живых существ (например, бор и некоторые другие биогенные элементы необходимы для растений; ванадий – для асцидий). В. И. Вернадский считал, что химические элементы, постоянно присутствующие в клетках и тканях организмов, вероятно, играют определенную физиологическую роль. Такие элементы, как H, C, N, O, P, S, входят в состав органических соединений клетки. Все углеводы и липиды содержат H, C, O; белки, кроме того, содержат N и S, а нуклеиновые кислоты – N и P.■

Антилопы – крупные травоядные животные, потребители растительной массы саванн и основа существования многочисленных хищников.



Биологическая продуктивность зависит и от географических условий местности, и в исключительно благоприятные годы она может значительно повыситься. Максимальные урожаи пшеницы составляют 11,9 т с 1 га, а сахарной свеклы — 28 т с 1 га. Огромное значение имеет водоснабжение в семиаридных (от лат. aridus – сухой) зонах. В южноафриканских степях, где количество осадков изменяется от 100 до 600 мм, продуктивность надземных органов растений колеблется от 1 до 6 т сухого вещества на 1 га. Следовательно, за счет каждых 100 мм осадков продуцируется 1 т сухого вещества.



Лес – самая продуктивная и обладающая наибольшей биомассой экосистема суши.

ЧИСТАЯ ГОДОВАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ КУЛЬТУР (РАСТЕНИЯ ЦЕЛИКОМ) В ТОННАХ СУХОГО ВЕЩЕСТВА НА 1 ГА

Культура	Средняя мировая	Средняя по стране высокой продуктивности	Страна
Пшеница	3,44	12,5	Нидерланды
Овес	3,59	9,26	Дания
Кукуруза	4,12	7,90	Канада
Рис	4,97	14,40	Япония, Италия
Травы	4,20	9,40	США
Картофель	3,85	8,45	Нидерланды
Сахарная свекла	7,65	14,70	Нидерланды
Сахарный тростник	17,25	34,30	США

Таким образом, смена климатических зон обусловливает значительные изменения продуктивности экосистем. Заметим, что продуктивность созданых человеком экосистем зачастую не только не уступает естественным, но может достигать и рекордных показателей, как, например, в случае с сахарным тростником.■



Травоядные животные, такие, как овцы, хорошо приспособлены для питания волокнистой растительной пищей. Интересно, что сами они переварить свою пищу не в состоянии, им на помощь приходят микробы: съеденная овцами трава накапливается в отделе их желудка, называемом рубцом, где много микробов, разрушающих траву. Затем овца отрыгивает небольшие порции частично переваренной пищи (жвачку) и пережевывает их, доводя до состояния пасты, которая окончательно переваривается и усваивается в кишечнике.

Животные с таким типом питания называются жвачными. К ним относятся коровы, зубры, буйволы, овцы, козы, антилопы, верблюды, жирафы, гиппопотамы и кенгуру. Они могут быстро наполнять желудок растениями, а затем, оказавшись в безопасности, спокойно пережевывать и переваривать съеденное. Такой способ питания очень эффективен для использования белков, углеводов и минеральных веществ пищи, к тому же микробы – симбионты (от греч. symbiosis – сожительство) пополняют рацион витаминами.■



За 4,5 млрд. лет через живое вещество прошли практически все атомы в поверхностном слое Земли, что дает основание говорить о геохимическом единстве биосферы.

Как правило, растительность адаптируется к круговороту воды в той местности, где она произрастает, а потому при перенесении экзотических растений в другие регионы могут возникнуть всякие неожиданности Так, акация или эвкалипт, завезенные из Австралии в тропические районы, испаряют много больше воды, чем получают в результате годовых осадков. Недостающее количество влаги эти деревья вынуждены пополнять из водоемов, в результате чего уровень воды в водоемах значительно понижается, а иногда они даже пересыхают. Примером может служить Претория, где выпадает 760 мм осадков в год, а насаждения эвкалипта испаряют количество воды, эквивалентное 1200 и 2500 мм осадков. Подобные растения, обладающие особой способностью отсасывать воду, используются для осушения болот. Любопытно, что, несмотря на очень большую плотность населения, количество воды, используемой человеком для бытовых и промышленных нужд, едва ли достигает 2,5% общего количества осадков.■

Вечнозеленый лист монстеры — тропической лианы, которую нередко содержат как комнатное растение.



Биологический круговорот

И в наши дни растения и животные преобразуют природную среду. Примером тому могут служить коралловые рифы в океане, отложения торфа на болотах, распространение лишайников, расселение водорослей, разрушающих горы, и микроорганизмов. В биологическом круговороте участвуют практически все химические элементы периодической системы Д. И. Менделеева, но среди них выделяются основные, жизненно необходимые.

Углерод. Источники углерода в природе столь же многочисленны, сколь и разнообразны. Между тем только углекислота, находящаяся либо в газообразном состоянии в атмосфере, либо в растворенном состоянии в воде, представляет собой тот источник углерода, который служит основой для переработки его в органическое вещество живых существ. Захваченная растениями углекислота в процессе фотосинтеза превращается в сахар, а другими процессами биосинтеза преобразуется в протеиды, липиды и т. д. Эти различные вещества служат углеводным питанием животным и незеленым растениям. С другой стороны, все организмы дышат и выбрасывают в атмосферу углерод в форме углекислоты. Когда же наступает смерть, то сапрофаги разлагают и минерализуют трупы, образуя цепи питания, в конце которых углерод нередко вновь поступает в круговорот в форме углекислоты (так называемое «почвенное дыхание»). Накапливающиеся мертвые растительные и животные остатки замедляют круговорот углерода: животные-сапрофаги и сапрофитические микроорганизмы, обитающие в почве, превращают накопившиеся на ее поверхности остатки в гумус. Скорость воздействия организмов на гумус далеко не одинакова, а цепи грибов и бактерий, приводящие к окончательной минерализации углерода, бывают различной длины. Как правило, гумус разлагается быстро. Иногда цепь может быть короткой и неполной. В этом случае цепь консументов лишается возможности действовать из-за недостатка воздуха или слишком высокой кислотности, в результате чего органические остатки накапливаются в форме торфа и образуют торфяные болота. В некоторых торфяных болотах с пышным покровом из сфагновых мхов

«Подушка» мха — своеобразная экосистема, «дом» для сотен видов организмов микрофауны.



слой торфа достигает 20 м и более. Здесь круговорот и приостанавливается. Скопления ископаемых органических соединений в виде каменного угля и нефти свидетельствуют о том, что круговорот замедлился в масштабах геологического времени.

В воде также происходит замедление круговорота углерода, поскольку углекислота здесь накапливается в виде мела, известняка, доломита или кораллов. Часто эти массы углерода остаются вне круговорота в течение целых геологических периодов, пока они не поднимутся над уровнем моря. С этого момента в результате растворения известняка атмосферными осадками и подземными водами или под воздействием лишайников, а также корней цветковых растений начинается включение углерода и кальция в круговорот.■



В айсбергах и ледниках сосредоточены огромные массы самой чистой воды.

Азот. Круговорот азота довольно сложен. Атмосфера содержит 78% азота, однако, для того чтобы он мог быть использован подавляющим большинством живых организмов, он должен быть зафиксирован в виде определенных химических соединений. Фиксация азота происходит в процессе вулканической деятельности, при грозовых разрядах в атмосфере, при сгорании метеоритов. Однако несравненно большее значение в процессе фиксации азота имеют микроорганизмы как свободно живущие, так и обитающие на корнях, а иногда и на листьях некоторых растений.

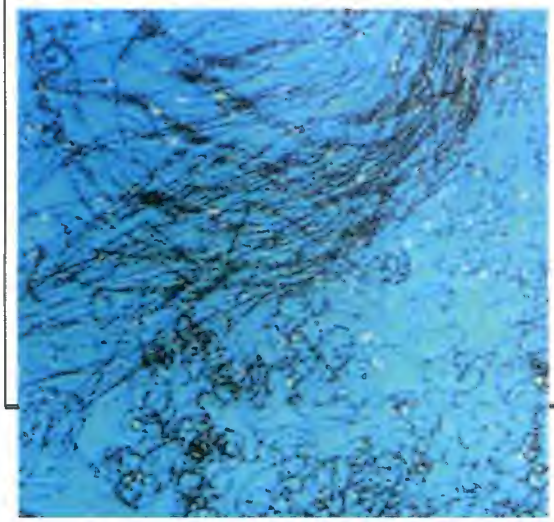
Из свободно живущих бактерий азот фиксируют **аэробные** организмы (т. е. обитающие при доступе кислорода), а также **анаэробные** (т. е. обитающие без доступа кислорода). Количество азота, фиксируемого такими свободно живущими бактериями, составляет от 2 – 3 кг до 5 – 6 кг на 1 га в год. Определенную роль в фиксации азота играют, видимо, обитающие в почве сине-зеленые водоросли.

Поступая в почву с продуктами обмена веществ и остатками растений и животных, органические вещества разлагаются до минеральных, при этом бактерии переводят азот органических веществ в соли аммония.

Объемы воды достаточно большие у экосистем, беспрерывно снабжаемых водой из какого-либо водоема. Так, годичное испарение болота с бодяком огородным или с калужницей болотной составляет 11 650 т воды с 1 га, что соответствует 1165 мм осадков.

Количество потребляемой растениями воды зависит от климата. Испарение — это, разумеется, функция климата, и оно хорошо изучено метеорологами. Величина испарения под растительным покровом намного ниже, чем на открытом воздухе, что объясняется экранирующей ролью растений.■

Сине-зеленые водоросли способны не только ассимилировать энергию солнечного излучения, но и связывать молекулярный азот воздуха.





Способность азота в широких пределах менять валентность определяет его специфическую роль в создании разнообразных органических соединений.■

Большой круговорот воды на поверхности земного шара хорошо известен. Вызываемое солнечной энергией испарение с водных пространств создает атмосферную влагу. Эта влага конденсируется в виде облаков, переносимых ветром. При охлаждении облаков выпадают осадки в виде дождя и снега. Осадки поглощаются почвой или стекают по ее поверхности. Вода возвращается в моря и океаны.

Количество воды, испаряемой растениями, обычно велико. Если влаги и воды для растений много, испарение увеличивается.

Одна береза испаряет за день 75 л воды, бук — 100 л, липа – 200 л, а 1 га леса — от 20 до 50 тыс. л. Березняк, масса листвы которого на 1 га составляет лишь 4940 кг, испаряет 47 тыс. л воды в день, тогда как ельник, масса хвои которого на 1 га равна 31 тыс. кг, – только 43 тыс. л воды в день. Пшеница на 1 га использует за период развития 3750 т воды, что соответствует 375 мм осадков.■

Кислород в количественном отношении — главная составляющая живой материи. Если учитывать воду в тканях, то, например, тело человека содержит 62,8% кислорода и 19,4% углерода. Если рассматривать биосферу в целом, кислород по сравнению с углеродом и водородом является ее основным элементом.

Круговорот кислорода усложняется тем, что этот элемент может образовывать многочисленные химические соединения. В результате возникает множество промежуточных циклов между литосферой и атмосферой или между гидросферой и двумя этими средами.

Кислород, начиная с определенной концентрации, очень токсичен для клеток и тканей даже у аэробных организмов. Французский ученый **Луи Пастер** (1822 – 1895) доказал, что никакой живой анаэробный организм не может выдержать концентрацию кислорода, превышающую атмосферную на 1% (эффект Пастера).

Круговорот кислорода происходит в основном между атмосферой и живыми организмами. Процесс продуцирования и выделения кислорода в виде газа во время фотосинтеза противоположен процессу его потребления при дыхании. При этом происходит разрушение органических веществ и взаимодействие кислорода с водородом.

В некотором отношении круговорот кислорода напоминает обратный круговорот углекислого газа: движение одного происходит в направлении, противоположном движению другого.■

Сера. Преобладающая часть круговорота этого элемента имеет осадочную природу и происходит в почве и воде.

Основной источник серы, доступный живым существам, — это всевозможные сульфаты. Хорошая растворимость в воде многих сульфатов облегчает доступ неорганической серы в экосистемы. Поглощая сульфаты, растения их восстанавливают и вырабатывают серосодержащие аминокислоты.

Различные органические отбросы биоценоза разлагаются бактериями, которые в конце концов вырабатывают сероводород из сульфопротеинов, содержащихся в почве. Некоторые бактерии тоже могут вырабатывать сероводород из сульфатов, восстанавливаемых ими в анаэробных

Потребление атмосферного кислорода и его возмещение первичными продуцентами осуществляются довольно быстро. Подсчитано, что для полного обновления всего атмосферного кислорода требуется 2 тыс. лет, зато, чтобы все молекулы воды гидросферы были вновь синтезированы живыми организмами, необходимо 2 млн. лет. Что касается атмосферного углекислого газа, то его полный круговорот происходит быстро: всего лишь 300 лет требуется для его полного возобновления. В наше время фотосинтез и дыхание в природных условиях, если не учитывать деятельности человека, очень точно уравновешивают друг друга, поэтому накопления кислорода в атмосфере не происходит и его процентное содержание остается постоянным. Но так было не всегда: углерод, накопленный в виде графита и ископаемых углеводородов, уравновешивается общим содержанием кислорода в отложениях и атмосфере.■



Кристаллы гипса.

Самородная сера.





Лишайники — пример симбиоза гриба и водоросли.

условиях. Эти бактерии, утилизируя сульфаты, получают необходимую для их обмена веществ энергию.

С другой стороны, существуют бактерии, способные опять окислить сероводород до сульфатов, что вновь увеличивает запас серы, доступной продуцентам. Подобные бактерии называются **хемосинтезирующими**, так как они могут вырабатывать клеточную энергию без участия света, только за счет окисления простых химических веществ.

Итак, в биосфере осадочные породы содержат основные запасы серы, которая встречается главным образом в виде пирита, а также и сульфатов, например гипс.■

Фосфор. Круговорот фосфора относительно прост и весьма неполон. Фосфор – один из основных составляющих элементов живого вещества, в котором он содержится довольно в большом количестве.

Запасы фосфора, доступные живым существам, полностью сосредоточены в литосфере. Главные источники неорганического фосфора – изверженные породы (например, апатиты) или осадочные породы (например, фосфориты). Минеральный фосфор — редкий элемент в биосфере, в земной коре его не больше 1%, что является основным фактором, лимитирующим продуктивность многочисленных экосистем. Неорганический фосфор из пород земной коры вовлекается в циркуляцию путем выщелачивания и растворения в континентальных водах. Он попадает в экосистемы суши, поглощается растениями, которые при его участии синтезируют различные органические соединения, и таким образом включается в трофические связи. Затем органические фосфаты вместе с трупами, отходами и выделениями живых существ возвращаются в землю, где вновь подвергаются воздействию микроорганизмов и превращаются в минеральные ортофосфаты, готовые к употреблению зелеными растениями и другими автотрофами (от греч. autos – сам и trophe – пища, питание).

В водные экосистемы фосфор приносится текучими водами. Реки непрерывно обогащают океаны фосфатами, что способствует развитию фитопланктона и живых организмов, расположенных на различных уровнях пищевых цепей пресноводных или морских водоемов.

История любого химического элемента в ландшафте складывается из бесчисленного множества круговоротов, различных по масштабу и продолжительности. Противоположные процессы — биогенная аккумуляция и минерализация – образуют единый биологический круговорот атомов.■

Основателем учения о миграции элементов в ландшафтах, о геохимии ландшафта стал ученик В. И. Вернадского – академик **Б. Б. Полынов** (1877 – 1952).■

Чрезвычайно характерна для тундры сезонная миграция фауны. Гуси, утки, гагары, чайки и другие птицы прилетают за многие тысячи километров и выводят здесь птенцов. В отличие от других представителей животного мира птицы в течение года меняют место обитания. Их родина, где они проводят всего 2 — 2,5 месяца, в химическом отношении сильно отличается от мест зимовки — тропиков и субтропиков.■



Тундровые ландшафты образуются в условиях холодного климата с коротким летним периодом и потому малопродуктивны. Низкие температуры воздуха и почвы – первопричина многих особенностей тундры. С дефицитом тепла связаны и «волны жизни»: в годы с более теплым летом возрастает продукция живого вещества. Некоторые растения цветут в тундре только в благоприятные годы (например, иван-чай в арктической тундре).

Растения в тундре растут медленно. Лишайники за год вырастают на 1 — 10 мм; можжевельник на Кольском полуострове с диаметром ствола 83 мм может иметь до 544 годичных колец. Сказывается не только влияние низких температур, но и отсутствие достаточного количества питательных элементов.



Во многих тундрах большую роль играют мхи и лишайники. Есть ландшафты, в которых они преобладают.

В тундре Хибин биомасса растений равна 170,3 ц/га, из них 72% приходится на подземную часть. Ежегодный прирост биомассы составляет 23,5 ц/га, а ежегодный опад — 21,9 ц/га. Таким образом, истинный прирост, равный разности между приростом и опадом, очень мал — 1,6 ц/га (в северной тайге — 10 ц/га, в южной тайге — 30 ц/га, во влажных тропиках – 75 ц/га).

Из-за низкой температуры разложение остатков организмов в тундре протекает медленно, многие группы микроорганизмов не функционируют или же работают очень слабо (бактерии, разлагающие клетчатку, и др.). Это ведет к накоплению органических веществ на поверхности и в почве.■



Леса — «легкие» биосферы: обладая огромной массой, они являются основными концентраторами углерода и производителями свободного кислорода на суше.

Широколиственные леса в России распространены в европейской части, на Кавказе, Дальнем Востоке. Это все регионы влажного умеренно-теплого климата. Биомасса здесь не намного меньше, чем во влажных тропиках (3000 — 5000 ц/га), но ежегодная продукция и зеленая ассимилирующая масса меньше в несколько раз. Продукция колеблется от 80 до 150 ц/га (во влажных тропиках – 300 — 500 ц/га), зеленая ассимилирующая масса в дубравах составляет 1% биомассы и достигает 40 ц/га (8% и 400 ц/га во влажных тропиках).

Широколиственные деревья сравнительно богаты золой, особенно листья (до 5%). В золе листьев много Ca — до 20% или 0,6 — 3,8% на сухое вещество, меньше K (0,15 — 2,0%) и Si (0,4 — 2,8%), еще меньше Mg, Al, P, а также Fe, Mn, Na, Cl.■

В тайге биомасса не намного уступает влажным тропикам и широколиственным лесам. В южной тайге биомасса превышает 3000 ц/га и только в северной тайге понижается до 500 — 1500 ц/га. Зоомасса в тайге ничтожна (в южной тайге — 0,01% биомассы). Более 60% биомассы представлено древесиной, состоящей из клетчатки (около 50%), лигнина (20 — 30%), гемицеллюлозы (более 10%).

Ежегодная продукция в южной тайге почти такая же, как в широколиственных лесах (85 ц/га против 90 ц/га в дубравах), в северной тайге — намного меньше (40 — 60 ц/га). Растительный опад в южной тайге меньше, чем в дубравах, и равен 55 ц/га (в дубравах 65 ц/га); в северной тайге еще меньше — 35 ц/га.■

Ежегодно во влажных тропиках отмирает большая масса растений, опад составляет 3 — 5% биомассы и достигает нескольких сотен центнеров на 1 га, т. е. в несколько раз больше, чем в умеренном поясе (дубравы — 65 ц/га; средняя тайга — 50 ц/га). Разложение органических веществ протекает исключительно бурно, много быстрее, чем в лесах умеренного пояса. Минерализация осуществляется животными и микроорганизмами, главным образом бактериями и грибами.■

Среди сотен тысяч рабочих термитов в колонии находится единственная самка-матка, которая откладывает ежедневно до 30 тыс. яиц.



Влажные тропики занимают большие площади в экваториальной Африке, Южной и Юго-Восточной Азии, Центральной и Южной Америке. Еще шире они были распространены в прошлые геологические эпохи (с конца девона). Изобилие тепла сочетается здесь с изобилием осадков, тепло и влага не лимитируют единого биологического круговорота атомов. Миграция атомов происходит с одинаковой интенсивностью в течение всего года, периодичность миграции выражена слабо.

Обилие тепла и влаги определяет большую ежегодную продукцию живого вещества во влажных тропиках. Величина продукции здесь в 2 — 3 раза больше, чем в широколиственных лесах и тайге, и достигает 300 — 500 ц/га. По соотношениям биомассы и продукции, надземной и подземной, зеленой и незеленой биомассы и многим другим

показателям влажные тропики также существенно не отличаются от других влажных лесных ландшафтов. Однако по количеству калия в биомассе влажные тропики отличаются от тайги и широколиственных лесов.

Биомасса животных во влажных тропиках составляет около 1% биомассы (45 ц/га). Это главным образом термиты, муравьи и другие низшие животные. По этому показателю влажные тропики резко отличаются от тайги, в которой накапливается лишь 3,6 ц/га зоомассы (0,01% биомассы).

Разложение большой массы органических веществ насыщает воды углекислым газом и органическими кислотами. Основными элементами, попадающими в воду при биологическом круговороте, являются Si и Ca, K, Mg, Al, Fe, Mn, S. В листьях тропических деревьев высоко содержание Si. При биологическом круговороте дождевыми водами из листьев вымывается большое количество N, P, K, Ca, Mg, Na, Cl, S и других элементов.■

Степи и пустыни близки по многим геохимическим свойствам. Биомасса в степях на порядок меньше, чем в лесных ландшафтах, — от 100 до 350 ц/га. Большая ее часть в отличие от лесов сосредоточена в корнях (70 — 90%). Биомасса животных в черноземных степях около 6%. Ежегодная продукция составляет 13 — 50 ц/га, т. е. 30 — 50% биомассы.

Ежегодно в биологический круговорот атомов в степях вовлекаются сотни килограммов растворимых в воде веществ (на 1 га), т. е. значительно больше, чем в тайге (луговые степи — 700 кг/га; южная тайга — 155 кг/га). В луговых степях с опадом ежегодно возвращаются 700 кг/га растворимых в воде веществ, в сухих — 150 кг/га (в ельниках южной тайги — 120 кг/га).

В опаде большую роль играют основания, полностью нейтрализующие органические кислоты.

В отличие от лесных ландшафов в почвах степей накапливается в 20 — 30 раз больше органического вещества, чем в биомассе (в луговых степях — до 8000 ц/га гумуса; в сухих степях — 1000 — 1500 ц/га).

Для степей и пустынь наиболее характерны Ca, Na и Mg, которые накапливаются при засолении в водах, почвах и продуктах выветривания.

По минеральному составу все степные травы делят на три группы: злаки с высоким содержанием Si и невысоким содержанием N; бобовые со значительным накоплением K, Ca и N; разнотравье, занимающее промежуточное положение.■



Бамбук.

Многие растения засушливых регионов богаты серой, которая входит не только в белки, но и в сульфоорганические небелковые соединения («аллиловые» масла — горчичные и чесночные). Это, по-видимому, обусловлено высоким содержанием серы в почвах.

Фауна сухих ландшафтов также специфична. В организме животных повышено содержание легкоподвижных элементов (преимущественно у беспозвоночных).■



Пустыня.

В распределении элементов по органам растений есть различия: Ca, Si, Fe и Al преимущественно накапливаются в корнях, а N и K — в надземных органах. В целом относительное содержание растворимых в воде элементов в степных и пустынных организмах выше, чем в лесных (содержание золы в травах нередко достигает 10%)■.

ГЕОГРАФИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ



Закономерности распространения биоценозов (сообществ растений, животных и микроорганизмов), видов и популяций изучает наука биогеография, дающая целостное представление об органическом мире в разных областях планеты.

Еще не все виды живых существ, обитающих на нашей планете, известны ученым, которые ежегодно открывают сотни новых видов (особенно это касается насекомых), и пока этот поток не иссякает. Однако уже можно, правда приблизительно, назвать вероятное число видов разных систематических групп современных организмов.

ЧИСЛО ВИДОВ ОСНОВНЫХ ТИПОВ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ

Название типа (растения)	**Число видов**	**Название типа (животные)**	**Число видов**
Зеленые водоросли	6000	Простейшие	30 000
Диатомовые водоросли	10 000	Губки	5000
Бурые водоросли	1000	Кишечнополостные	9000
Красные водоросли	2500	Плоские черви	6000
Сине-зеленые водоросли	1500	Круглые черви	10 000
Бактерии	5000	Кольчатые черви	7000
Грибы	70 000	Мшанки	3000
Лишайники	30 000	Моллюски	108 000
Мохообразные	25 000	Членистоногие (без насекомых)	70 000
Плаунообразные	1000	Насекомые	1 000 000
Папортниковидные	9000	Иглокожие	6000
Голосеменные	1000	Позвоночные	35 000
Покрытосеменные	250 000	Всего животных	1 289 000
Всего растений	412 000		
Общее число видов растений и животных – 1 701 000			



Морской глубоководный «помпейский» червь. Живет в симбиозе с серными бактериями, которыми и питается.



Бурые водоросли – «леса моря», активно потребляют солнечный свет у поверхности воды.

Издавна разнообразие жизни было предметом изучения. Первая систематизация живой природы известна, например, из трудов **Аристотеля** (384 — 322 гг. до н. э.). Научную и методическую основу для описания биоразнообразия разработал известный ученый **К. Линней** (1707 – 1778) и описал в своей книге «Система природы» (1735). Замечательная работа **Ч. Дарвина** «Происхождение видов путем естественного отбора» (1859) в корне изменила представления людей о природе. Она завершила длительные поиски естествоиспытателей и систематиков, которые пытались найти объяснение многих черт сходства и различий у наблюдаемых организмов. Тщательно и объективно подобранные Ч. Дарвином доказательства того, что эволюция действительно существует, были так многочисленны, что опровергнуть их было практически невозможно. Не менее важен и тот факт, что Ч. Дарвин сумел убедительно объяснить возникновение этих изменений, т. е. естественный отбор.

Вслед за Ч. Дарвином в 1868 г. **М. Вагнер** предложил концепцию географического видообразования, хотя еще в 1844 г. Ч. Дарвин в результате наблюдений за фауной Галапагосских островов пришел к заключению, что главный фактор видообразования – изоляция. С тех пор ботаниками и зоологами собран огромный фактический материал, доказывающий реальность появления новых биологических форм вследствие пространственного разобщения.■



Грибы – одна из наиболее разнообразных групп живых организмов; их известно около 70 тыс. видов, но специалисты полагают, что в реальности их не менее миллиона видов.

Нет ни одного человека, способного знать все уже описанные виды растений и животных, но благодаря разработанной классификации ученые-биогеографы могут ориентироваться в органическом мире **таксонов** (крупных систематических групп).■

Большая часть видов организмов обитает в тропических и экваториальных районах с достаточным увлажнением. По направлению к полюсам число видов растений и животных сокращается (в широколиственных лесах — 700 — 800; в тундрах — 200 — 300, на арктических островах — 50 — 100). Однако для того, чтобы хотя бы перечислить обитающие виды в умеренных и приполярных широтах, потребовалось много страниц. Среди огромного разнообразия живых существ, населяющих нашу планету, лишь незначительная часть имеет большую численность и биомассу. Наиболее массовые в том или ином районе виды называются **фоновыми**. Часто именно они представляют особый интерес как с точки зрения их участия в жизни биоценоза, так и с хозяйственной.



Орхидея почти прозрачна. Она не содержит хлорофилла и в европейских буковых и дубовых лесах питается продуктами разложения грибов и растений.

Огромное число видов современных организмов, насчитывающих буквально астрономическое число особей, в принципе может создавать бесконечное количество сочетаний. Для того чтобы разобраться во множестве биоценозов, создано несколько классификаций, группирующих их по степени сходства и различия. Наиболее разработаны классификации растительности.

Наименьшая типологическая единица — **ассоциация**. Объединяемые в нее отдельные фитоценозы имеют одинаковый видовой состав организмов, причем в первую очередь важно сходство доминирующих видов. Кроме того, фитоценозы одной ассоциации имеют сходное строение и по другим признакам (ярусность, гидротермический режим и т. п.).■

Примером ассоциаций может служить ельник-зеленомошник-черничник или ельник-зеленомошник-брусничник. Сходные ассоциации образуют группы ассоциаций (например, ельники зеленомошные), которые объединяются в **формации**. Для формации характерен общий вид, в наибольшей степени влияющий на среду, — вид **эдификатор**. Для лесов эдификаторами являются виды древесного яруса. Обычно формации называются по наименованию видов эдификаторов. Так, можно говорить о формации ельников (из того или иного вида ели). Далее следуют группы формаций (например, темнохвойные леса из формаций разных видов елей, пихт, псевдотсуги), классы формаций (хвойные леса — эдификаторы представлены близкими жизненными формами). Классы формаций объединяются в типы растительности (степь, луг, леса умеренных широт, экваториально-тропические дождевые леса). В последнее время ученые зональный тип растительности, а также соответствующий зональный тип



биоценозов именуют термином «биом». Опираясь на указанную схему таксономических категорий растительности, получим схему таксономических категорий для всего биотического сообщества, для биоценозов разного ранга. Эта схема выглядит следующим образом: биоценотическая ассоциация — группы биоценотических ассоциаций — биоценотическая формация — группы биоценотических формаций — классы биоценотических формаций.■

Биогеография описывает, характеризует регионы суши и океана, которые различаются по составу и соотношению обитающих на этих территориях животных, растений и других организмов и образованных этими организмами сообществ.

При описании учитываются особенности геологической истории того или иного региона и современные экологические условия, включая воздействие человека. Первая группа факторов определяет в первую очередь состав наборов таксонов, характеризующих регион, вторая — облик растительности и животного мира и экологические особенности сообществ, образуемых растениями и животными.

Биогеограф имеет дело с такими основными понятиями, как флора — фауна — биота; растительное сообщество — животное население — биом.

Флора — это совокупность всех видов растений, обитающих в том или ином регионе.

Фауна — совокупность всех видов животных, обитающих в том или ином регионе.

Биота — совокупность всех видов растений, животных и микроорганизмов.

Растительное сообщество — это совокупность растений, связанных общностью местообитания и разнообразными взаимоотношениями.

Животное сообщество, или животное население, — это совокупность животных, связанных общностью местообитания и разнообразными взаимоотношениями друг с другом и с компонентами растительного сообщества.

Биом — это растительное сообщество вместе с его животным населением.■

Флора, фауна и биота какого-либо региона образованы в целом видами или группами видов, связанными общностью происхождения. В зависимости от происхождения, размеров и формы ареалов (от лат. area — площадь) виды объединены соответственно во флористические, фаунистические и биотические группы (комплексы). В качестве примера комплекса, образующего флору и фауну средней полосы европейской части России, может служить таежный, связанный с широколиственными лесами. Причерноморский комплекс – по преимуществу степной; туранский – степной и полупустынный западноказахстанский; космо-



Само словосочетание «биологическое разнообразие» впервые применил английский естествоиспытатель **Г. Бэйтс** (1825 – 1892) в известной работе «Натуралист на Амазонке», в которой он описал впечатления от часовой экскурсии, во время которой он встретил около 700 разных видов бабочек.■

Оценить степень биологического разнообразия Земли впервые пытались биогеографы XVIII — XIX вв., которые разработали схемы ботанико-географического и зоогеографического разделения поверхности нашей планеты по степени своеобразия флоры и фауны. В XX в. такие же схемы были составлены не только для флоры и фауны, но и для сообществ растений, животных, биогеноценозов.■

Современные представления о биологическом разнообразии базируются на исследованиях популяционных генетиков, которые показали, как создается генетическое разнообразие организмов во внешне однородной популяции, и разработали математический аппарат для его объективного описания.■



Индийский аист-клювач, его основная пища – рыба.

политный – широко распространенный. Представители флористического, фаунистического и в целом биотического комплексов, как правило, возникли в пределах области, где господствовало определенное сообщество. В настоящее время в данном регионе перечисленные комплексы могут быть связаны не только с этим, но и с другими сообществами. Многие из представителей биотического комплекса являются **реликтами**, представителями господствовавшего прежде сообщества. Присутствие их в чуждой обстановке свидетельствует о более широком распространении в прошлом этого сообщества в данном регионе. Так, в пределах Кустанайской области Казахстана, а также на Мугоджарах, на территории Туранской, или Арало-Каспийской, провинции Ирано-Туранской области в качестве реликтовых элементов встречаются белая куропатка (из животных), пушица и сфагновые мхи (из растений).■



При формировании биоты, флоры и фауны основную роль играют способность вида к расселению и возраст вида, т. е. время, в течение которого расселение происходило.

У различных групп животных и растений способность к распространению неодинакова. Растения могут распространяться при помощи воды, ветра, животных и человека. У животных, кроме этих способов распространения, имеется еще один, нередко основной — активное передвижение.

На пути распространения организмы встречаются с разными препятствиями. Так, для наземных организмов это – горы и океаны, климатические препятствия, невозможность приспособиться к чуждым климатическим условиям, отсутствие подходящих почвенно-грунтовых условий обитания, подходящих хозяев для паразитических форм, наличие конкурентов для всех организмов. Следует отметить, что, как правило, организмы не достигают климатических границ ареала, поскольку на их пути оказываются сильные конкуренты.

Однако при резкой смене одних условий существования другими, например степей полупустынями и пустынями, или при смене лесного пояса в горах высокогорными лугами организмы встречают препятствия и границы их ареалов образуют сгущения. Чаще образуются одиночные границы, свойственные как видам, резко отличающимся от других своими экологическими особенностями, так и еще не достигшим пределов своего распространения в существующей природной обстановке.

Биогеография включает в себя и зоогеографию, и географию растительного мира. Разнообразие систематических групп организмов, различных сообществ называется биологическим разнообразием. Все это видовое богатство, т. е. число видов растений и животных, входит в состав сообществ на определенной площади — 100 км^2.■

Молодой индийский олень-лира. Разветвленные рога вырастут у него к семи годам.





Цветущее растение тропического леса.

В течение геологической истории нашей планеты неоднократно менялись взаимное расположение материков и океанов и экологическая обстановка на поверхности суши. Изменялись и продолжают меняться и представления об особенностях нашей планеты в прошлые геологические эпохи. Так, представления о стабильности основных очертаний материков сменяются концепциями мобилизма, согласно которым материки не были и не являются строго неподвижными. Сторонники гипотезы А. Вегенера, полагавшего, что составляющие единую Пангею континенты, раздвигаясь, постепенно приобрели современные очертания, уступили место ученым, развивающим теорию движения литосферных плит, но с несколько иных позиций объясняющих подвижность континентов. Можно считать, что условия перемещения организмов в прежние эпохи резко отличались от возможностей их миграции в настоящее время. Следовательно, для видов, существовавших на Земле, например в мезозое, связи между отдельными регионами были иными, чем для появившихся в палеогене или неогене.

Несомненно, общность истории Земли наложила свой отпечаток на представителей всех крупных таксонов, однако способности к расселению, препятствия на пути расселения, возраст разных систематических групп различны. Например, перелетные птицы умеренного пояса так и не стали гнездиться в местах своих зимовок. В то же время некоторые возбудители болезней, заносимые птицами в тропические страны вместе с клещами – переносчиками этих болезней, образовали природные очаги (например, кьясанурская болезнь в Индии, близкая к клещевому энцефалиту).■

В 1976 г. американский биогеограф Уиттекер предложил понятия альфа-, бета- и гамма-разнообразия для того, чтобы не путать разнообразие внутри одного местообитания или региона с разнообразием ландшафта или региона, который содержит несколько местообитаний.

Альфа-разнообразие — разнообразие внутри местообитания или одного сообщества.

Бета-разнообразие — разнообразие между местообитаниями.

Гамма-разнообразие — разнообразие в обширных регионах биома, континента, острова и т. д.

В 1979 г. Крюгер и Тейлор добавили к этой классификации еще **дельта-разнообразие** — разнообразие, определяемое изменениями климатических факторов, что выражается в смене растительных зон, провинций и т. д.

В настоящее время биогеографы Г. Н. Огуреева и Н. Н. Дроздов ставят вопрос о венчающем этот ряд биомном разнообразии, или **омега-разнообразии**, которое характеризует соотношение биомов на участке поверхности регионального географического уровня.■





«Конвенцию о биологическом разнообразии» к настоящему времени подписали представители 180 стран, в том числе и Россия (1995), взявшая на себя ответственность за сохранение живой природы на 1/7 части суши нашей планеты. Россия включилась в реализацию конвенции после ее ратификации в 1995 г. Государственной думой. В России на федеральном уровне приняты законы «Об охраняемых природных территориях», «О животном мире», «Об экологической экспертизе», «О континентальном шельфе Российской Федерации» и др. В конвенции отмечена роль России в решении планетарных экологических проблем. Наша страна обладает большими по площади территориями, практически не затронутыми хозяйственной деятельностью, которые являются резервом устойчивости всей биосферы в целом. В качестве одного из важнейших направлений России в международном сотрудничестве по обеспечению устойчивого развития и охраны окружающей среды конвенция рассматривает сохранение биоразнообразия.■

Миксины живут на дне океана. Они похожи на угрей, но являются родственниками миногов.



Россия активно включилась в международную деятельность по сохранению биоразнообразия. При поддержке «Глобального экологического фонда» ведутся работы по оказанию помощи российским заповедникам, по решению проблемы охраны природы Байкала. Проект сохранения биоразнообразия России, финансируемый Международным банком реконструкции и развития, стартовал в декабре 1996 г. Его цель — разработка национальной стратегии сохранения биоразнообразия России и ее региональных моделей, разработка экономических механизмов сохранения и использования ресурсов биоразнообразия, методов мониторинга его состояния, поддержка национальных парков и заповедников, реализация мероприятий по сохранению биоразнообразия и улучшению экологической обстановки Байкальского региона, поддержка общественных и образовательных программ.■



Биоразнообразие в последние десятилетия – одно из самых распространенных понятий в науке и природоохранном движении. Научными исследованиями доказано, что необходимым условием нормального функционирования экосистем и биосферы в целом является достаточный уровень природного разнообразия на нашей планете. В ряде стран именно характеристика биологического разнообразия становится основой экологической политики государства, стремящегося сохранить свои биологические ресурсы, чтобы обеспечить устойчивое экономическое развитие.

Разнообразие — это понятие, которое предполагает широкий диапазон изменчивости или различий между некоторыми множествами или группами объектов. Биологическое разнообразие, следовательно, предполагает разнообразие живого мира. Термин «биоразнообразие» обычно используется для описания числа, разновидностей и степени изменчивости живых организмов. В широком смысле этот термин охватывает множество различных биологических показателей и является синонимом понятия «жизнь на Земле».

Понятие «биоразнообразие» может быть приравнено к таким фундаментальным понятиям, как «гены», «виды» и «экосистемы», которые соответствуют трем фундаментальным, иерархически зависимым уровням организации жизни на нашей планете.

Разнообразие живых организмов обусловлено фундаментальным свойством биологических макромолекул, особенно нуклеиновых кислот, — их способностью к спонтанным изменениям структуры, что приводит к изменениям геномов (совокупность генов), к наследственной изменчивости. На этой биохимической основе разнообразие создает три независимо действующих процесса: спонтанно возникающие генетические вариации (мутации), процесс естественного отбора в смешанных популяциях, географическая и репродуктивная изоляция.

В результате многих научных исследований стало гораздо больше известно о видовом разнообразии жизни на Земле. Если сейчас описано 1 701 000 видов растений, животных, микроорганизмов, то, по мнению ведущих специалистов-систематиков, их реальное число достигает не менее 10 — 35 млн. видов, в том числе 1 млн. видов микроорганизмов, 1 млн. видов нематод (круглые черви), 10 млн. видов насекомых и около 10 млн. видов грибов. Еще плохо изучены влажные тропики, где, как полагают, описан только 1 из 20 обитающих видов, особенно среди насекомых, грибов, а также представителей почвенной фауны. При всей неполноте наших знаний нельзя не отметить, что в XX в. науке стало известно по меньшей мере в 500 раз большее число таксонов животных и растений, чем в конце XIX в.■



Жизнь обыкновенной лягушки зависит от зрения. Ее выпуклые глаза содержат детекторы, помогающие находить пищу.



Организмы можно классифицировать по родству (таксоны) или по другим признакам, не сводимым к родству, например по структурным, функциональным, структурно-функциональным, географическим, экологическим и т. д. Круг признаков, учитываемых в анализе типологического разнообразия, может быть неограниченно широк и зависеть от задач исследования. Представители разных таксонов растений, животных и микроорганизмов, взаимно дополняя друг друга, образуют биоценозы и биоты — биотические ядра экосистем. Поэтому для сохранения экосистем важно не допустить исчезновения конкретных видов животных и растений. Те из них, которые нуждаются в глобальной, национальной или локальной охране, заносятся в специальные книги (Красные книги). На планете существует огромное разнообразие наземных и водных экосистем: от ледяных полярных пустынь до лесов и от коралловых рифов до открытого океана. Все разнообразие экосистем можно классифицировать либо по функциональным, либо по структурным признакам.■

Экосистемное разнообразие часто оценивают по видовому составу. Можно также использовать и другие параметры: относительную численность видов, разнообразие биотопов, соотношение биомассы видов, относящихся к разным размерным классам, таксономическим группам или трофическим уровням. Понятно, что экосистема, состоящая только из сходных растений, будет менее разнообразна, чем та, которая включает также травоядных животных, нападающих на них хищников, паразитов этих хищников и т. д.■

Темпы и формы изменения биот определяются важнейшими факторами, среди которых следует выделить географические, действующие прямо или опосредованно через экологические процессы. Прямое действие факторов связано с изменением физических и химических свойств биосферы, таких, как соленость Мирового океана (региональное и локальное опреснение морских вод), содержание углекислого газа и озона в атмосфере, потепление и похолодание, оледенение, дрейф континентов и т. д. Именно это определяет кардинальные изменения биот во времени и пространстве, подталкивая эволюцию живых организмов или их вымирание на рубежах геологических эпох и периодов.

Географические процессы определяют изменение биоразнообразия и опосредованно, через экологию не только сообществ, но также видов и популяций. Особую роль в изменении структуры сообществ играют климатические и почвенные факторы. Анализ картографических





Совы — ночные хищники европейских лесов, истребители мышей и полевок.

Понятие «биоразнообразие» вошло в широкий научный обиход только в 1972 г. на Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде, где экологи сумели убедить политических лидеров стран мирового сообщества в том, что охрана живой природы должна стать приоритетной при любой деятельности человека на Земле. Следует отметить большое значение и международной «Конвенции о биологическом разнообразии», принятой на конференции ООН по окружающей среде в Рио-де-Жанейро в 1992 г.■

Эльфова сова свила гнездо в дупле кактуса в американской пустыне Сонора.



данных по распространению сообществ и экосистем свидетельствует, что их структура и пространственное размещение находятся в теснейшей зависимости от физико-химических параметров среды. Структура сообществ может и сама быть фактором, определяющим процесс эволюции биоты за счет вытеснения одних видов другими и натурализации мигрантов. Классический пример — островная география, например, Мадагаскара, Новой Зеландии, Австралии, где ход эволюции животного мира, структура сообществ определялись отсутствием в составе сообществ хищных плацентарных млекопитающих.

Для выявления закономерностей изменения биоразнообразия обычно используют картографические методы. Одна из первых карт по оценке богатств флоры различных территорий земного шара – карта **Е. В. Вульфа** (1934). Обобщение данных о числе видов в пересчете на стандартные площади (100, 1000, 10 000 и 100 000 км^2) позволило составить серию картосхем, отражающих закономерности изменения уровней флористического богатства по широтному градиенту Северной Евразии.■



Мелкая беличья обезьяна также может стать добычей совы в тропическом лесу.

Совы – отряд хищных птиц, среди которых можно видеть значительное разнообразие в экологии, географическом распространении, повадках. Есть среди них охотники на рыб, змей и ящериц, грызунов и зайцев, мелких и среднего размера птиц. Совы живут и размножаются от тундры до пустынь, но самая благоприятная для них среда – умеренные и тропические леса. На примере сов можно убедиться, насколько много вариантов адаптаций у одной группы животных.■



Полярная сова питается зайцами, грызунами и птицами в тундре, в холодные зимы откочевывает на юг, вплоть до Московской области.



Африканская сова по ночам охотится не только на крыс, но и на более крупных животных – зайцев и цесарок.



На пути к ноосфере

В современном мире понятие «биосфера» получает иное толкование – как планетное явление космического характера.

Первым из людей Земли В. И. Вернадский говорил о неизбежности овладения атомной энергией еще в начале XX в. И не только говорил, но и действовал. В 1916 г. ему удалось организовать экспедицию в Ферганскую долину, где было найдено первое в СССР месторождение урановых руд. В 1922 г. В. И. Вернадский создает в Ленинграде Радиевый институт. Именно в этом институте в 1937 г. был запущен первый советский циклотрон, на котором начал свои исследования **И. В. Курчатов** (1902 – 1960). Впоследствии он довел исследования до практического результата. Под руководством В. И. Курчатова был создан первый в Европе ядерный реактор (1946).■



Города – примеры территорий, полностью регулируемых человеком. Современная ландшафтная архитектура позволяет соединить зеленые насаждения парков, скверов, газонов с плотной застройкой, сохраняя контакты горожанина с живой природой.

Новое понимание биосферы стало возможно благодаря достижениям науки, провозгласившей единство биосферы и человечества, единство человеческого рода, планетарный характер человеческой деятельности и ее соизмеримости с геологическими процессами. Такому пониманию способствуют небывалый расцвет («взрыв») науки и техники, развитие демократических форм человеческого общежития и стремление к миру народов планеты.■

Учение о переходе биосферы в ноосферу – вершина научного и философского творчества В. И. Вернадского. Еще в 1926 г. он писал, что «созданная в течение всего геологического времени, установившаяся в своих равновесиях биосфера начинает все сильнее и глубже меняться под влиянием деятельности человечества». Вот эту-то биосферу Земли, измененную и преобразованную во имя и во благо человечества, он и назвал **ноосферой**.

Понятие ноосферы как современной стадии, геологически переживаемой биосферой (в пер. с древнегреч. ноос — разум, т. е. сфера разума), ввел в 1927 г. французский математик и философ **Э. Леруа** (1870 – 1954) в своих лекциях в Париже. Э. Леруа подчеркивал, что пришел к такому толкованию биосферы вместе со своим другом, крупнейшим геологом и палеонтологом **Тейяром де Шарденом** (1881 – 1955).

Что такое ноосфера? В 1945 г. В. И. Вернадский в одном из своих научных трудов писал: «Сейчас, в XIX и XX столетиях, началась в истории Земли новая геологическая эра. Одни из геологов — американцы (Д. Леконт и Ч. Шухерт) назвали ее «психозойной» эрой, а другие, как академик А. П. Павлов, — «антропогенной» геологической эрой. Эти названия отвечают новому большому геологическому явлению: человек стал геологической силой, впервые меняющей лик нашей планеты, силой, которая представляется стихийной». И далее: «Человек впервые реально понял, что он житель планеты и может — должен — мыслить и действовать в новом аспекте, не только в аспекте отдельной личности, семьи или рода, государств или их союзов, но и в планетном аспекте. Он, как и все живое, может мыслить и действовать в планетном аспекте только в области жизни — в биосфере, в определенной земной оболочке, с которой он неразрывно, закономерно связан и уйти из которой он не может. Его существование есть ее функция. Он несет ее с собой всюду. И он ее неизбежно, закономерно, непрерывно изменяет».■



Процесс перехода биосферы в ноосферу неизбежно несет в себе черты сознательной, целеустремленной деятельности человека, творческого подхода. В. И. Вернадский понимал, что человечество должно оптимально использовать ресурсы биосферы, стимулируя ее возможно-



сти как среды обитания человека. Ученый считал, что научная мысль будет вести человечество по пути к ноосфере. При этом он обращал особое внимание на геохимические последствия деятельности человека в окружающей его среде, позднее названные его учеником – академиком А. Е. Ферсманом – «техногенезом». В. И. Вернадский писал о том, какие возможности открываются перед человеком в использовании внебиосферных источников энергии — энергии атомного ядра, которую никогда раньше живые организмы не использовали.

Освоение независимых от биосферы потоков энергии, а также синтез аминокислот — основного структурного элемента белка — ведут к качественно новому экологическому состоянию. Это — дело будущего, но уже сейчас человек стремится строить свои отношения с «живым покровом» планеты, сохраняя биоразнообразие. И в этом видится глубокий оптимизм учения Вернадского: окружающая среда перестала противостоять человеку как непознанная, могучая, но слепая внешняя сила. Однако, регулируя силы природы, человек берет на себя огромную ответственность. Так родилась новая биосферная, экологическая этика XX в.■

Глубоко проникнув в основные закономерности развития окружающей природы, В. И. Вернадский значительно опередил свою эпоху. Вот почему он нам ближе, чем многим своим современникам.

В поле зрения ученого постоянно находились вопросы практического приложения научных знаний. В его понимании наука лишь тогда в полной мере осуществляет свое назначение, когда обращается непосредственно к человеческим нуждам и потребностям.

В 1936 г. В. И. Вернадский в работе, оказавшей значительное влияние на развитие науки и во многом изменившей взгляды его последователей, «Научная мысль как планетное явление» (при его жизни так и не опубликованной) пишет: «Впервые человек охватил своей жизнью, своей культурой всю верхнюю оболочку планеты — в общем, всю биосферу, всю связанную с жизнью область планеты».■



«Недалеко время, — прозорливо писал В. И. Вернадский еще в 1921 г., — когда человек получит в свои руки атомную энергию, такой источник силы, который даст ему возможность строить свою жизнь как он захочет. Это может случиться в ближайшие годы, может случиться через столетие. Но ясно, что это должно быть. Сумеет ли человек воспользоваться этой силой, направить ее на добро, а не на самоуничтожение? Дорос ли он до умения использовать ту силу, которую неизбежно должна дать ему наука?»



Высказывая вполне закономерные, как показал ход истории, опасения (В. И. Вернадский умер в январе 1945 г. — за несколько месяцев до того, как на Хиросиму и Нагасаки были сброшены американские атомные бомбы), ученый оставался оптимистом. Он был убежден в том, что человечество найдет путь сохранения биологического равновесия на планете. Он и подсказал этот путь: биосфера, преобразуемая творчеством вооруженного научным знанием человечества, должна преобразоваться в ноосферу – сферу разума. По его представлениям, это естественный этап.■

Почвы – особое «царство природы»

Открыв учебник по почвоведению на любом языке, найдем славную плеяду русских имен — В. В. Докучаев, П. А. Костычев, Н. М. Сибирцев, К. Д. Глинка, Г. Н. Высоцкий, С. С. Неуструев, Л. Н. Прасолов, К. К. Гедройц. Приоритет (первооткрытие) и вклад ученых России в развитие почвоведения абсолютно бесспорен и признается во всем мире. Первая книга по почвоведению, первый учебник, первая кафедра в университете, первая Почвенная карта мира, первый научный журнал «Почвоведение» — все это было создано в России. В самой последней международной классификации почв больше всего русских названий, которые отечественные ученые – основатели почвоведения взяли из народной речи: чернозем, подзол, солончак, солонец и др. Да и в настоящее время, когда российская наука переживает трудные времена, по целому ряду направлений отечественное почвоведение продолжает лидировать.■

Человек, обрабатывая почву, преобразует не только ее, но и весь ландшафт. Так на месте лесов появляются поля и луга.

Между твердыми частицами почвы есть пустоты с воздухом, которые облюбовали корни и почвенные беспозвоночные животные, а есть пустоты, заполненные почвенной влагой.



Почвы — это особые природные тела, такие же особенные, как животные, растения и минералы. Это отдельное «царство природы».

Всегда ведь интересно знать, почему люди выбирают ту или иную специальность, особенно если с ее помощью сразу много денег не заработаешь. Один почвовед, т. е. специалист, изучающий почву, на вопрос о выборе профессии ответил так: «В школе мне одинаково нравились биология, география и химия, и я ни одной из наук не мог отдать предпочтение. И вот я нашел науку, в которой мог заниматься всеми моими любимыми дисциплинами. Ею и оказалось почвоведение». Что же за объект должен быть у такой науки, чтобы для его изучения требовались знания столь разных предметов?

С почвой мы знакомимся еще тогда, когда с совочком и ведерком делаем куличики, когда и себя-то еще не помним. По почве мы всю жизнь ходим и ездим, выращиваем на ней урожай и в конце концов в нее же и превращаемся. С почвой мы встречаемся не реже, чем с растениями, и намного чаще, чем с дикими животными. А что мы о ней знаем? Если мы не почвоведы, не агрономы, не ботаники и не экологи, то почти ничего. Тогда попробуем разобраться.■





Русский естествоиспытатель **В. В. Докучаев** (1846 — 1903) родился в Смоленской губернии в семье сельского священника. Учился в семинарии, потом в Санкт-Петербургском университете, где позже стал преподавать. Докучаев открыл новое природное тело — почву, законы широтной зональности и высотной поясности почв. Будучи теоретиком и философом, он занимался решением чисто земных практических задач и предложил ряд мер для защиты почв степей. Докучаев не был скучным кабинетным профессором. Он любил жизнь, веселье, путешествия, музыку. Каждое путешествие рождало в нем новые идеи.■

Первая почвенная карта Северного полушария. Составлена В. В. Докучаевым, открывшим закон широтной зональности почв.



Основатель почвоведения В. В. Докучаев называл почву четвертым царством после царства минералов, растений и животных. Почва — это не только то, что прилипает к нашим рукам после работы на огороде и что мы обычно называем землей. Помимо этих твердых частиц минералов, органических остатков и органоминеральных химических соединений почва состоит также из воды (точнее, почвенного раствора), газов и живых существ, обитающих в ней. Почва возникает на границе литосферы и атмосферы в результате воздействия климата и живых организмов (растений и животных) на горные породы и покрывает практически всю сушу, образуя почвенный покров. Для того чтобы понять, как образовался и как живет этот объект природы, состоящий из твердой земли, воды, воздуха и живого вещества, нужны знания не только по географии, биологии, химии, но еще по геологии и некоторым разделам физики.

Кроме верхнего слоя, который обычно виден на свежевспаханном поле, почва состоит из многих более глубоких слоев. За горизонтальное залегание их называют **почвенными горизонтами**. Эти горизонты черного, белого, рыжего, бурого и других цветов можно наблюдать в придорожных откосах, на стенках карьеров, в траншеях и канавах для укладки водопроводных и газовых труб или в специально вырытых ямах — почвенных разрезах. В таком разрезе обнаруживается ряд почвенных горизонтов, или почвенный профиль. Его глубина обычно бывает 1 — 2 м. Одна почва от другой, например чернозем от подзола, отличается по качеству горизонтов и по их мощности, т. е. по толщине сверху вниз.■





Часто встречающиеся в почве минералы — гипс и кварц.

Современное почвоведение — это фундаментальная наука. Ее форпост — факультет почвоведения Московского государственного университета. Сегодня почвоведение оснащено мощной приборной базой. Для изучения состояния почвенного покрова используются космические спутники с приборами дистанционного зондирования. В то же время для понимания тончайших процессов, происходящих на поверхности минералов в почве при воздействии на них микроорганизмов и корневых волосков, широко применяются электронные и сканирующие микроскопы. Жизнь почвы изучают на основании периодических автоматических измерений влажности, температуры, состава почвенных растворов, которые с датчиков передаются и записываются на компьютерные приставки — логгеры, которые передают данные на космические спутники. Однако, несмотря на такую техническую оснащенность, главным «прибором» для почвоведа остается лопата. Сейчас почвоведение из науки, которая нужна была прежде всего сельскому хозяйству, становится наукой, изучающей природную среду и воздействие на нее человека. И все чаще почвоведы — непременные участники крупных экологических проектов.■

Один из лучших учеников В. В. Докучаева **В. И. Вернадский** (1863 – 1945) развил идеи своего гениального учителя. Он открыл, что почва — это только одно из природных тел, где живое настолько тесно переплетается с неживым, что они создают неразрывную систему. В. И. Вернадский назвал эти тела биокосными («био» — живое, «косное» — неживое). К ним помимо почвы относятся и донные илы, и верхний живой слой океана, и некоторые подводные вулканы. В. И. Вернадский настолько опередил свое время, что его работы долго не принимались современниками. Теперь он признанный классик науки, но до сих пор еще не создана комплексная наука, которая объединила бы изучение биокосных тел в единую научную дисциплину. Может быть, это удастся сделать вам, читателям этой книги?■

Для того чтобы почвоведы и другие ученые называли цвет почв одинаково, были созданы специальные цветовые шкалы. Откроешь книжечку с такой шкалой – и можешь точно определить любой, самый сложный цвет.■

Почвенный профиль состоит из разных почвенных горизонтов – гумусового горизонта, светлого горизонта вымывания веществ, горизонта вмывания и почвообразующей породы.



Основные характеристики почв

Цвет, механический состав, структура, новообразования — основные характеристики почвенных горизонтов.

Почва бывает разного цвета из-за того, что в ней как бы смешиваются цвета ее главных компонентов. От темно-серого и темно-коричневого до черного – таков основной цвет у органического вещества почв. Бурый и красный цвета имеют окислы трехвалентного железа. Сизые, голубоватые и зеленоватые тона характерны для минералов, содержащих закисные формы двухвалентного железа. Белую окраску почве придают зерна кварца и некоторых других минералов, а также известь, гипс и легкорастворимые соли — карбонаты, хлориды и сульфаты натрия и калия.■



Такие причудливые формы могут иметь почвенные новообразования.

Механический состав почвы – это содержание в ней песчаных и глинистых частиц разного размера. Если много крупных песчаных частиц, то почва – песчаная, а если много мелких глинистых – глинистая. Есть еще супесчаные почвы, в которых крупных частиц меньше, чем в песках. В суглинистых почвах уже больше мелких частиц, и почвы ближе к глинистым. Песчаные и глинистые частички скрепляются между собой в комочки, зернышки или орешки, образуя соответственно комковатую, зернистую и ореховатую структуру почв. «Склеивают» их органическое вещество и особые физико-химические силы, возникающие на поверхности тонких частиц. Наконец, **новообразования** — это особые выделения в почвенном веществе, образующиеся в результате выпадения из растворов различных солей и соединений. Так, проникающий по ходу корня почвенный раствор потом испаряется, и из него выпадает известь — вокруг корня, как его чехол, образуется известковая тонкая трубочка. Почвенные новообразования сродни камням в почках у больного человека.■

Почвенные горизонты отличаются также и по содержанию влаги, составу почвенного раствора, почвенного воздуха и живых организмов. Для полноценного произрастания растений необходимо равномерное соотношение твердого вещества почв, почвенных пор (мелких пустот между твердыми частицами), заполненных водой, и пор, заполненных воздухом. Такое равномерное соотношение можно наблюдать в огородных почвах или в верхних горизонтах черноземов после летнего дождя. Способность запасать в своих тонких порах воду за счет поверхностного натяжения и капиллярного поднятия – очень важное свойство почвы. Да-



Минеральные частички в почве склеиваются органическими веществами в комочки. Так образуется структура почв — зернистая или комковатая.

Немало профессионалов-почвоведов работает в разных следственных органах. Из фильмов и книг вы помните, как уличают преступника по куску земли с места преступления, прилипшему к его ботинку или к крылу автомобиля. Следователи берут пробы с ботинка и с места преступления, а почвоведы эти пробы сравнивают. Чтобы доказать, что кусок почвы с ботинка мог быть только с места преступления, нужно обладать профессиональными знаниями почвоведа, знать мельчайшие детали строения почв в разных местах. Для анализа эксперты-почвоведы используют современную технику, помогающую определить состав тонких глинистых минералов, органического вещества и др.■

же во время засухи почва снабжает такой капиллярной влагой корни растений. Почвенный раствор — это «кровь» почвы. Он переносит вещества с одного места на другое, создавая горизонты вымывания и вмывания веществ. Однако по тонким порам — капиллярам — из грунтовых вод на поверхность почв вместе с раствором попадают и вредные для растений легкорастворимые соли. Если почва длительное время наполнена водой и в ней мало пустот с воздухом, то она переувлажняется, что плохо для растений. Дело в том, что в этом случае состав почвенного воздуха сильно отличается от воздуха атмосферы Земли (в котором 21% кислорода и 0,03% углекислого газа) и приближается к атмосфере Венеры (в нем может быть 1 — 2% кислорода и 5 — 10% углекислого газа). В таких условиях замедляется развитие корней и растений в целом. В результате разложения органического вещества появляется легкий болотный газ метан (CH_4). Именно его выделения сопровождаются звуками, которые наводили ужас на героев повести А. Конан Дойла «Собака Баскервилей».



Микроскопические диатомовые водоросли, играющие большую роль в формировании вещества почв, строят свои скелеты из кремния.

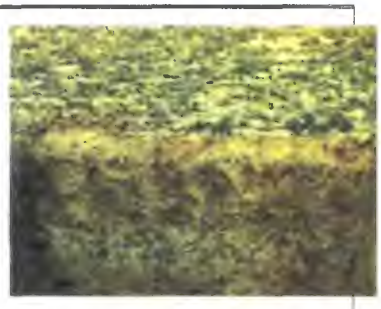
В порах обычной, непереувлажненной почвы содержится 20% кислорода и 0,2 — 0,5% углекислого газа. Их содержание регулируют мириады почвенных организмов, потребляющие кислород и выделяющие углекислый газ. Только микроорганизмов в верхних горизонтах почв — сотни миллионов и миллиарды в 1 г. Среди них много бактерий, микроскопических грибов и водорослей. Много в почве и мелких беспозвоночных — дождевых червей, личинок и взрослых членистоногих, а также других животных — круглых червей и тихоходок. Помимо микроорганизмов на 1 м² почвы обитают тысячи более крупных и миллионы мелких, не видимых невооруженным глазом почвенных животных. Общая масса почвенных организмов в сотни раз превосходит массу живущих на почве земноводных, пресмыкающихся, млекопитающих и птиц.■

Такие млекопитающие, как кроты, могут жить только в почве, так как их пища — это земляные черви и другие почвенные беспозвоночные.



Почвенные организмы — для каждой почвы свои. Например, в лесных почвах очень много микроскопических грибов, а в степных черноземах их мало и преобладают бактерии, поэтому попадающие на поверхность растительные остатки в лесу и степи разлагаются по-разному, из-за чего и формируются разные почвенные горизонты. Почва — это настоящая пленка жизни. Под покровом леса образуется **подстилка** — опад листвы, хвои, веточек, трав и мхов, отчасти переработанный почвенными организмами. Если такой опад оказывается в условиях переувлажненной почвы, где намного меньше почвенных животных, перерабатывающих остатки растений, то здесь образуется **горизонт торфа**. В степи, где нет деревьев, остатки трав формируют горизонт степного войлока. Все эти горизонты состоят из органического вещества и почти не содержат минеральных частиц.■

Часть органических остатков в результате отмирания корней попадает прямо внутрь почвы, а часть органического вещества затаскивается туда червями и другими животными. Здесь происходит взаимодействие органических веществ с минеральными, образуются органоминеральные соединения. Такие химические соединения и органические остатки внутри почвы называются гумусом, а почвенный горизонт темного цвета с его высоким содержанием — **гумусовым горизонтом**. Это главный горизонт черноземов, мощность которого более 1 м. Обилие организмов «склеивает» почвенные частицы в прочные зернышки, поэтому у этих горизонтов формируется зернистая структура, которая обеспечивает корням прекрасный доступ воздуха. Если же условия для формирования почв не такие идеальные, как для черноземов, то под подстилкой могут формироваться **горизонты вымывания**, т. е. слои почв, из которых выносятся, вымываются минеральные соединения. При этом остаются только самые устойчивые минералы типа кварца, благодаря



У солонцов очень хорошо развиты поверхностный белесый горизонт вымывания и более темный горизонт вмывания.

Почвоведы – хорошие помощники археологов. По степени развитости почв на старинных сооружениях почвоведы устанавливают приблизительный возраст почв. Зная скорость оседания и размывания почв насыпей, специалисты определяют их первоначальные размеры и формы.



Почвоведы по облику горизонтов древних почв помогают историкам-археологам определить, какими орудиями древние люди обрабатывали почву.■



Очень большая роль в разложении органических остатков, и прежде всего древесины, принадлежит грибам. Вот почему их много бывает именно в лесу, где изобилие древесных остатков.

чему горизонты приобретают белесую окраску. Горизонты вымывания характерны для широко распространенных в лесах России подзолов и подзолистых почв. Но если что-то вымывается, то куда это уходит? Часть минеральных соединений уносится грунтовыми водами за пределы почв и в конце концов попадает в реки и моря, но часть менее растворимых веществ остается в более глубоких слоях почвы. Так образуются **горизонты вмывания**. В зависимости от того, какое вещество в них накапливается — соединения железа, гумус или различные соли, горизонты бывают бурыми, черными или белыми. Бурые горизонты вмывания встречаются в подзолистых почвах, а светлые горизонты вмывания извести — в черноземах. Если почва переувлажнена, то в ней недостает кислорода, поэтому часть железа переходит в двухвалентное состояние, а почвенные горизонты в связи с этим приобретают сизые, голубоватые и зеленоватые тона, и, кроме того, они бесструктурны и липки. Такие горизонты называются **глеевыми**. Они чаще всего встречаются под болотными торфяными почвами. Вот из таких горизонтов: подстилки, торфа, гумусового, глеевого, вымывания и вмывания – состоит большинство почв мира.■

Под водой и в пещерах нет почв в их классическом понимании. Под водой в донных осадках практически отсутствует воздух, а органическое вещество там накапливается не столько за счет местных подводных растений, сколько в результате «дождя трупов» морских организмов, питающихся в воде. Подводные илы — это не источник питания для организмов (они живут за счет веществ, растворившихся в воде), а, скорее, их кладбище. Там живут только донные организмы, составляющие небольшой процент от общего числа обитателей подводного мира. Донные осадки — это прекрасный пример биокосного тела, по В. И. Вернадскому, но не почва.■



Почв в пещерах нет, так как там темно, нет света и, следовательно, там невозможно существование высших растений. Однако почвоподобные биокосные тела, хотя и не во всех пещерах, а в наиболее теплых, имеются. Жизнь представлена там бактериями и микроскопическими грибами, выделяющими органические кислоты, что приводит к разрушению одних минералов и образованию других, хотя органического вещества при этом почти не накапливается (колонии же некоторых видов летучих мышей и птиц, а также насекомых, которые прячутся и ночуют в приповерхностных пещерах, в счет не идут, поскольку они питаются «на улице»). В этих биокосных телах создаются горизонты мощностью в несколько миллиметров, так что почвоподобные образования пещер намного ближе к настоящим почвам, чем подводные биокосные системы.■



В подводных илах обитают самые разнообразные донные морские организмы, но донные осадки – это не почвы.

Пещеры – это особый мир сталактитов и сталагмитов. Кажется, в этой кромешной тьме царствуют одни минералы. Однако в пещерах микроскопические организмы, которым не нужен дневной свет, формируют разноцветные минеральные пленки, подобные карликовым почвам.

Факторы почвообразования

В. В. Докучаев в конце XIX в. определил почву как функцию, т. е. величину, которая зависит от климата, рельефа, горных пород, живых организмов и времени. В наши дни это определение немного уточнили: время стали считать особым, может быть, более общим, глобальным фактором, поскольку ведь и все другие силы, формирующие почвы, существуют как во времени, так и в пространстве.

Почва создается в результате взаимодействия во времени и пространстве Климата, живых Организмов (растений, животных и особых организмов — грибов), горных Пород, Рельефа. Если сложить первые буквы в названии факторов почвообразования, то получится слово КлОП-Р. Этот «рычащий клоп» помогает легче их запомнить. Однако при этом ни в коем случае нельзя забывать о факторе времени, в которое климат, организмы, горные породы и рельеф образуют почву.■

Какую роль играет каждый фактор в формировании почв? Если факторы условно разделить на «мамины» и «папины», то к «маминым» относятся более пассивные, но играющие важнейшую роль в формировании характера почв. Это горные породы (в почвоведении их так и называют – материнские) и рельеф. К «папиным» факторам можно отнести климат со всеми его ливнями, снегами, вихрями и перепадами температур, а также живые организмы, не знающие усталости и все время что-нибудь выделяющие и поглощающие. И климат, и организмы активно воздействуют на материнские породы в условиях



Важнейшим фактором почвообразования является растительность.

Из биологии все знают о теории эволюции английского естествоиспытателя **Ч. Дарвина** (1809 – 1882), одним из основных понятий которой стала «борьба за существование», т. е. идея естественного отбора. Социал-дарвинисты пытались даже перенести эту идею на человеческое общество. В. В. Докучаев предостерегал от чрезмерного увлечения этой идеей. В одной из своих работ он писал: «Сам Дарвин нигде и никогда не говорил, что мир управляется одной борьбой за существование... Решительным доказательством отвечного (извечного, изначального. — *Авт.*) и всемирного действия в природе мирового закона любви служит существование так называемых естественно-исторических зон и родственно, теснейшим образом связанных с ними сельскохозяйственных царств, представляющих нам удивительно стройное, удивительно тесное сочетание миллионов и миллиардов разнообразнейших организмов, явлений, интересов, чувств, желаний, страстей, капризов... Все это свидетельствует об удивительном согласии, содружестве, сопомощи и даже любви, охраняющих и уравнивающих, согревающих и оживляющих и, так сказать, осмысливающих и одухотворяющих всю видимую и невидимую нами природу...»■

Лишайники, выделяя кислоты, разрушают камень, и через многие сотни лет из него образуется настоящая почва.



рельефа и формируют почвы. Чем моложе почвы, тем больше в них «маминых» черт, а с возрастом все большую роль в ее внешности играют «папины» черты. Иными словами, чем старше почва, тем сильнее она отличается от исходных почвообразующих пород и тем большую роль в ее облике играют климат и живые организмы.

От «материнской» породы большинство почв наследуют механический состав, способность быстро пропускать через себя влагу (песок) или подолгу задерживать ее (глина), а также набор минералов, из которых состоит сначала порода, а потом и почва. Как правило, на существенно разных породах (песках – глинах, граните – известняке) и почвы формируются разные. И только в условиях очень длительного воздействия климата (сотни тысяч и миллионы лет) и организмов на разные «материнские» породы в них останутся самые устойчивые к выветриванию минералы. Следовательно, на породах, изначально разных, могут формироваться почти одинаковые почвы. Такие почвы встречаются в тропиках и субтропиках на гранитах, мраморах и базальтах.■



Рельеф играет большую роль в образовании почв, поскольку перераспределяет тепло, влагу и горные породы. Всем известно, что на вершине высокой горы холоднее, чем у ее основания; что на склоне, обращенном на юг, снег весной сходит намного быстрее, чем на северном склоне; что заморозки и туманы чаще бывают в низинах. Мы также знаем, что вода на обширных плоских пространствах задерживается (местность там часто заболочена), а на небольших участках возвышенностей почвы легко сбрасывают воду по склону. В узких ложбинах или горных ущельях, как правило, бегут быстрые ручьи. Вода в них содержит много кислорода, а потому по берегам там много лугов. А вот в широких понижениях происходит застой влаги, кислорода не хватает и формируются болота. Под лугами и болотами почвы сильно различаются.

По рельефу распределяются горные породы — под обрывистыми скалистыми склонами накапливаются крупные каменные глыбы и щебень, а у подножий длинных пологих склонов намытые глинистые и суглинистые отложения. Рельеф, изменяя условия нагревания и охлаждения почв, их водный режим, местные особенности почвообразующих пород и возраст почв, приводит к образованию почвенных тел, сильно различающихся между собой.■



Горные породы, из которых формируется почва, очень разнообразны.



Леса, степи и пустыни различаются количеством осадков, испарением. В зависимости от влажности климата одни почвы промываются водой до грунтовых вод, другие засолены.



Кроме основных факторов почвообразования, которые влияют на формирование почв всегда и везде, существуют также дополнительные факторы, действующие в местных условиях. К таким факторам почвообразования относятся грунтовые воды, вулканы, разливы рек, а также океанические приливы и отливы. Все эти местные факторы могут коренным образом менять воздействие главных факторов почвообразования и, нарушая законы широтной зональности, способствовать появлению в почвенном покрове особых, незональных почв. Если области влияния вулканов, рек и приливов относительно небольшие, то грунтовые воды воздействуют на почвы на больших площадях. Под их влиянием образуются болотные почвы в областях с влажным климатом и луговые почвы, а также солончаки в засушливых районах.■

Оказывает ли человек влияние на почвы? Еще как! Но можно ли назвать и его фактором почвообразования? По-видимому, нет. Во-первых, еще очень значительные площади почв на Земле практически не испытывали воздействия человеческой деятельности, а во-вторых, человек чаще нарушает факторы почвообразования – вырубает леса, косит луга и т. д., чем непосредственно воздействует на почвы (на всей суше распахано всего около 11% площади почв). Деятельность человека следует рассматривать не как один из факторов почвообразования, а как силу, сопоставимую с деятельностью всех природных факторов, вместе взятых.■



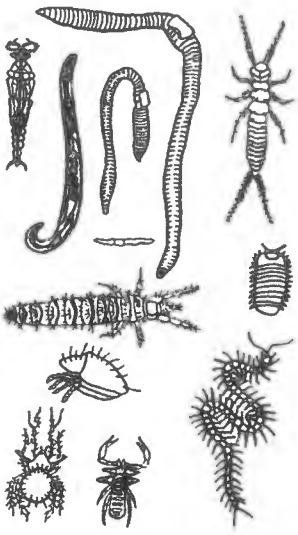
Климат оказывает существенное воздействие на развитие почв прежде всего потому, что регулирует соотношение тепла и влаги. Это соотношение при одинаковых рельефе, почвообразующих породах и времени воздействия климата на них определяет развитие почв. Самые неразвитые почвы — это почвы сухого и холодного климата (Сухие долины Антарктиды), а самые развитые — влажного и теплого (Экваториальная Африка, Амазония, Индонезия). Если тепла достаточно, а влаги очень мало (пустыня Сахара) и, наоборот, если влаги достаточно, а тепла мало (Арктика), то почвы плохо развиты.



Под воздействием мерзлоты почвенные горизонты сминаются в складки.

Климат вместе с «материнскими» породами обусловливает и водный режим почв, который бывает промывным (во влажных областях) и непромывным (в районах с недостаточным увлажнением). Для почв также крайне важно, как распределяются по сезонам температуры воздуха и осадки. В разных районах лето может быть одинаковым, в связи с чем и растительность их похожа. Однако в континентальных областях, где стоят долгие зимы с сильными морозами, в почве образуется многолетняя мерзлота. На территориях с умеренным климатом, где зимы обычно мягкие, может не быть не только мерзлоты, но даже устойчивого снежного покрова. Осадки здесь промывают почву круглый год. А вот в сухой сезон в тропиках из-за недостатка влаги почвообразование может прекращаться почти так же, как оно приостанавливается у нас зимой из-за недостатка тепла. Влияние климата на почву важно еще и потому, что тепло и влага создают условия для развития жизни — растительной и животной.■





Самая многочисленная группа животных – это почвенные беспозвоночные.
По весу больше всего земляных червей.
Но есть и многоножки,
и клещи, и разные насекомые.

Растительные и животные организмы внутри почвы вместе с растительностью, произрастающей на почве, – важнейший фактор почвообразования. Надземная часть растительности со временем отмирает и попадает на почву, формируя лесную подстилку или степной войлок, где обитают мириады почвенных организмов. Существенная часть растительных остатков потребляется грибами и почвенными животными и превращается в углекислый газ и воду, не задерживаясь в твердой части почв. Меньшая часть органических остатков, пройдя сквозь «строй» челюстей и пищеварительных трактов беспозвоночных животных и микроорганизмов, сначала просто смешивается с минеральными веществами, а затем образует с ними особые почвенные органоминеральные соединения, которые и представляют собой гумус почв.

Роль растительности для почв состоит в том, что она связывает углекислый газ из атмосферы в результате фотосинтеза и снабжает почву соединениями углерода, которыми питаются почвенные организмы. Очень важен также процесс связывания азота из атмосферы (в минеральной части почв азота почти нет). Это обеспечивают некоторые виды почвенных бактерий и водорослей.

Как растительные, так и животные организмы, выделяя кислоты, воздействуют на минералы почв, забирая из них для своей жизни необходимые химические элементы (фосфор, калий, кальций, серу и др.). Минералы при этом сами разрушаются. Так организмы осуществляют химическое, а точнее, биохимическое выветривание почвенных минералов. Кроме химического очень важно и физическое воздействие организмов на почву. Как корни растений, так и представители животного мира разрыхляют и перемешивают почву, образуют структуру почв. Этим они улучшают «жилищные условия» своих растительных и животных «детей и внуков». Сами того не зная, они помогают и людям, которые потребляют продукты питания, выращенные на земле, облагороженной и удобренной почвенными организмами.■



На почву непосредственное воздействие оказывают животные. Например, стада оленей и слонов вытаптывают тропы и утрамбовывают верхние горизонты почв.



Сколько лет почвам?

Как давно появился человек на нашей планете? Более 2 млн. лет назад. А как давно появились на Земле почвы? Более 500 млн. лет, если считать с «далекими предками». Ну а сколько лет сегодняшним почвам? От 0 до 5 — 7 млн. лет.



Под такими древними папоротниками образовывались торфяные почвы.

У почв, с которыми мы встречаемся сейчас, были предшественники. И с ними можно познакомиться. Правда, ехать придется далековато – в Антарктиду, в пустыни Атакаму и Сахару, а также подниматься высоко в горы. Какие же почвы мы там обнаружим? Поверхности щебня или мелкозема покрывают пленки толщиной 1 — 3 мм, в которых накапливаются органические вещества, образовавшиеся в результате деятельности микроорганизмов. Примерно 400 млн. лет назад к этим примитивным почвам-пленкам присоединились торфяные болотные почвы, а около 300 млн. лет назад появились почвы с горизонтами вымывания и вмывания, с карбонатными новообразованиями, т. е. почвы, похожие на современные. Почвы типа черноземов, которые образовались благодаря мощной корневой системе травянистых растений, возникли всего 40 млн. лет назад. А к самым молодым типам почв относятся почвы тундр (1,5 — 2 млн. лет).■

Почвы тропических областей за миллионы лет приобрели красную окраску



Если типы почв могут насчитывать историю в несколько сотен миллионов лет, то конкретные сегодняшние почвенные тела намного моложе. Зрелым почвам, таким, как подзолистые, черноземы, каштановые, и многим другим в нашей стране – около 7 — 10 тыс. лет. Песчаные почвы, подзолы могут быть и моложе — сотни и несколько тысяч лет. Самые старые почвенные тела расположены на Земле в двух сильно различающихся между собой областях: это почвы тропиков и субтропиков и почвы Сухих долин Антарктиды – около 5 — 7 млн. лет.■

Далеко на севере или высоко в горах и сейчас можно встретить почвы-пленки.



Почвоведы, которые изучают, как почва развивается во времени, очень часто используют в своей работе земляные постройки наших предков — старые курганы, городища, земляные валы. Зная возраст этих сооружений, которым несколько сотен и тысяч лет, почвовед исследует почвы, сформировавшиеся на них, и сравнивает почвы разных возрастов, делает заключения об изменениях, происходящих в них со временем. Почвоведы изучают также и почвы, погребенные под этими сооружениями и выключенные из жизни сотни и тысячи лет назад. Эти почвы могут «рассказать», какими были наши черноземы и подзолистые почвы во времена древних кочевников.■

Определить возраст почв возможно благодаря радиоактивному распаду химических элементов. Он так и называется — радиоуглеродный метод. С его помощью можно узнать возраст древесных остатков в почве, возраст гумуса и возраст почв, которым не больше 50 тыс. лет. Для еще более древних почв измеряют содержание радиоактивного бериллия и применяют калий-аргоновый метод.■



Молодые почвы на искусственных отвалах уже пронизаны корнями, но гумусовый горизонт еще не успел сформироваться.

Чтобы убедить людей беречь почвы, иногда говорят о том, что 0,5 — 2 см почвы образуются за 100 лет. Но это не совсем так. Дело в том, что почвенный профиль формируется очень неравномерно: сначала быстро, затем медленно, потом совсем почти не изменяется. Это напоминает развитие человека: младенец растет быстро, далее рост замедляется. Становясь взрослым, человек практически не растет. Известны случаи, когда полноценные почвы (подзолы и дерновые) успевали сформироваться за 100 или несколько сотен лет на старых земляных укреплениях, на осыпавшихся крепостных стенах. Ну а молодые, незрелые почвы, в которых есть небольшой гумусовый горизонт, а иногда и неглубокие горизонты вымывания и вмывания, формируются всего за 5 — 20 лет на ветровальных буграх в лесу, дорожных насыпях, отвалах карьеров. В этом вы сами можете убедиться, вскрыв с помощью перочинного ножа микропрофиль молодой почвы на заросшей травой нарушенной поверхности.

Однако по сравнению с темпами возобновления растительности, с темпами роста оврагов и темпами отступания берега реки или моря почвы формируются очень медленно. Особенно это касается плотных горных пород. Прежде чем здесь образуется тонкий слой почвы, пройдут тысячи лет.

В любом случае почву необходимо беречь, потому что этот жизненно важный ресурс нельзя восстановить в течение жизни нескольких поколений людей. Особенно это касается мелкозема почв, поскольку для его образования из плотных горных пород требуется времени больше, чем для формирования целой цивилизации.■



Почвы могут существовать тысячи и даже миллионы лет. Многие процессы, которые произошли за длительный исторический период (например, потепление или похолодание климата, появление или исчезновение разных видов растений и животных), оставили свой след в почве. Так, похолодание климата привело к образованию дерново-подзолистых почв на месте черноземов. Однако часть мощного гумусового горизонта чернозема в центре Русской равнины сохранилась в виде темного прослоя, который почвоведы называют вторым гумусовым горизонтом. На месте современной пашни в почве можно найти следы некогда произраставшего здесь леса — кусочки угля, споры и пыльцу древесных растений, забившиеся в почвенные трещины. А в черноземах под Курском сохранились старые норы сурков, которые здесь когда-то обитали, но уже давно исчезли.

Однако некоторые процессы, происходившие в почве, могут быть полностью стерты последующими процессами, более сильными. Но современные методы позволяют узнать далекое прошлое почв.■

ШИРОТНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ПОЧВ

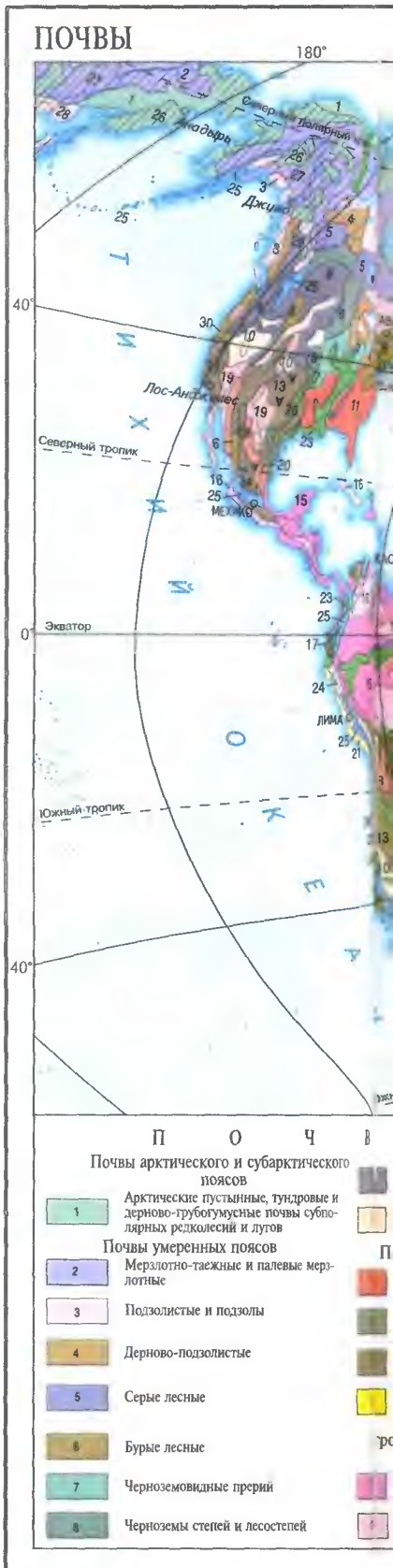
Почвы тоже сменяют друг друга широтно, т. е. в направлении с севера на юг. Такой закон распространения почв на поверхности Земли называется законом широтной зональности. Он был сформулирован и назван так В. В. Докучаевым в конце XIX в., когда о почвах еще мало было достоверных знаний.

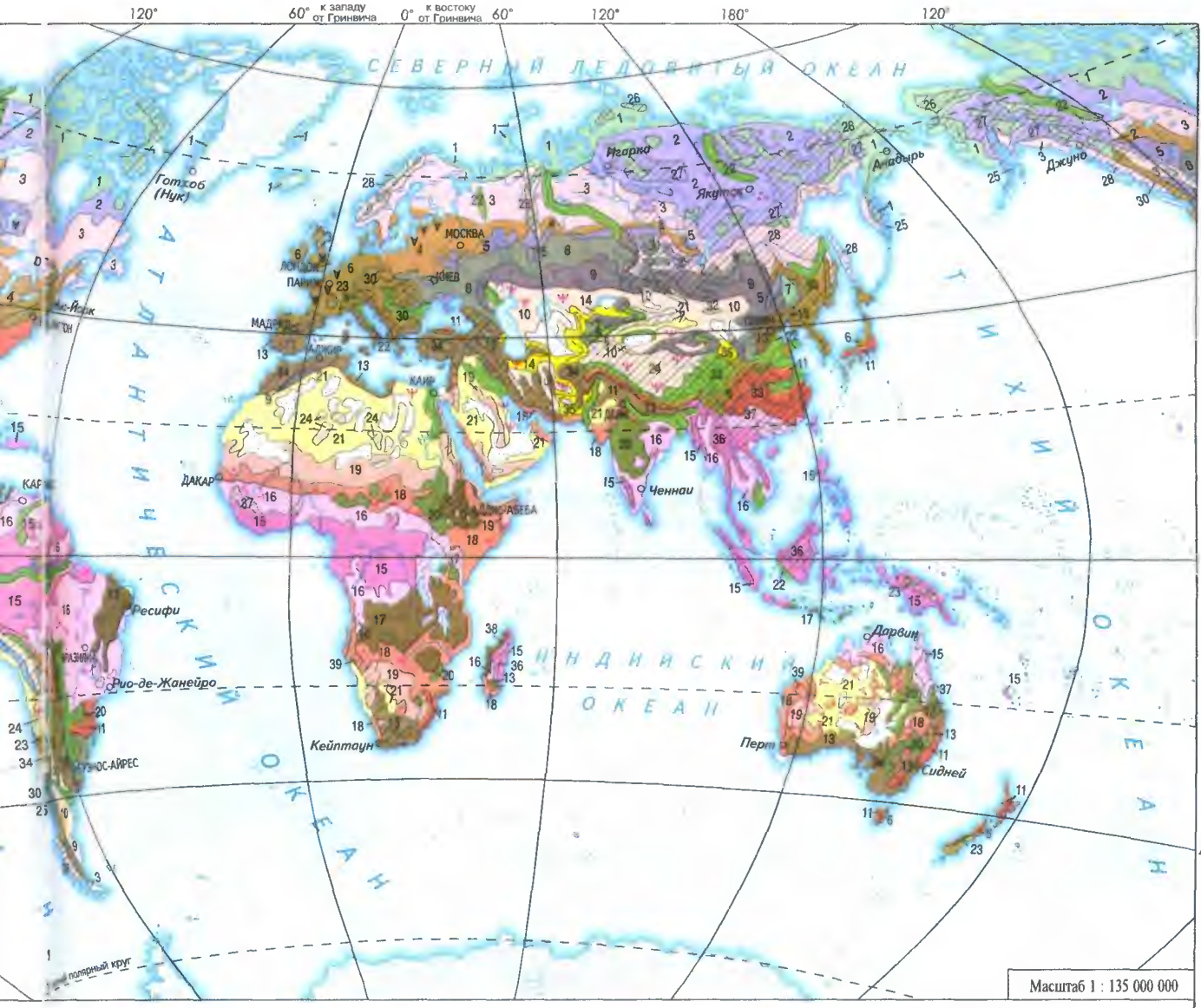
Изменение климата по широтам обусловливает смену природных зон с севера на юг. В каждой природной зоне есть свой «фирменный» набор разных почв. Например, в тундре это – тундровые глеевые, подбуры и болотные торфяные почвы, а в степях — черноземы, каштановые и лугово-степные почвы. Если посмотреть на современную Почвенную карту мира, то можно увидеть, что почвенные зоны наиболее отчетливо распределяются по широтам только на обширных равнинах в центральной части Евразии и в Африке. В Северной Америке почвенные зоны «встали на дыбы», и для этого материка работает закон меридиональной зональности, а не широтной. Почему же почвы ведут себя не так?

Как было сказано, для формирования тех или иных почв очень важно соотношение тепла и влаги. Как правило, в направлении с севера на юг климат становится не только теплее, но и суше. Вспомните про влажные холодные тундры и сухие жаркие степи Русской равнины. Здесь закон широтной зональности выражен ярче. Если климат влажный, а меняется только температура воздуха, то почвы изменяются гораздо меньше. Найдите на Почвенной карте мира восточное побережье Северной Америки. Там влажный климат, и от тундр до тропиков – всего четыре почвенные зоны (тундровые глеевые почвы сменяются подзолами, затем буроземами и, наконец, красноземами). Однако на западе этого же континента, там, где горные цепи не пускают влагу с Тихого океана на материк, образуются пустыни, а почвенные зоны сменяют друг друга с запада на восток (в зависимости от влажности климата). В данном случае «правильному», широтно-зональному распространению почв мешают горы. Закон широтной зональности не будет действовать и в тех случаях, когда отсутствуют те горные породы, из которых обычно образуются почвы. Если вместо песков и глин на поверхности встречаются, например, только известняки, то можно сказать наверняка, что в этом районе закон В. В. Докучаева исполняться не будет, так как вместо подзолистых почв, «положенных по закону» в лесной зоне, на известняках будут распространены дерново-карбонатные.■



На засоленных породах или морских побережьях от полюсов до экватора могут встречаться солончаки — нарушители закона широтной зональности.





ВЫРАВНИННЫЕ ПОЧВЫ

- Каштановые сухих степей
- Бурые полупустынные и серо-бурые пустынные

Почвы субтропических поясов

- Желтоземы и красноземы влажных лесов
- Красновато-черные саванн и пампы
- Коричневые и серо-коричневые сухих лесов и кустарниковых степей
- Сероземы полупустынь

Почвы тропических, субэкваториальных и экваториального поясов

- Красно-желтые ферраллитные постоянно-влажных вечнозеленых лесов
- Красные ферраллитные сезонно-влажных лесов и высокотравных саванн
- Коричнево-красные сухих лесов и кустарников
- Красно-бурые саванн
- Красновато-бурые опустыненных саванн
- Черные и серые тропических и субтропических поясов
- Пустынные тропических и субтропических поясов

Интразональные почвы

- Аллювиальные
- Солоди
- Болота
- Солончаки и солонцы
- Дерново-карбонатные почвы и рендзины

ПОЧВЫ ГОР

- Горно-луговые и горные лугово-степные
- Высокогорные и горные пустынные и степные
- Вулканические
- Горные арктические и горно-тундровые
- Горные мерзлотно-таежные и палевые мерзлотные
- Горные подзолистые
- Горные серые лесные
- Горные бурые лесные
- Горные черноземы и горные каштановые
- Горные бурые полупустынные и серо-бурые пустынные
- Горные желтоземы и красноземы влажных субтропических лесов
- Горные коричневые и серо-коричневые сухих лесов и кустарниковых степей
- Горные сероземы полупустынь
- Горные красно-желтые ферраллитные постоянно-влажных вечнозеленых лесов
- Горные красные ферраллитные сезонно-влажных лесов и высокотравных саванн
- Горные коричнево-красные сухих лесов и кустарников
- Горные красно-бурые саванн
- Железистые коры
- Пески
- Ледники

Есть ли почвы в Антарктиде и Арктике?

Почти на всех почвенных картах мира Антарктида не представлена. Между тем свободная от ледников поверхность суши в Антарктиде по площади больше, чем вся Великобритания, и на этом континенте не только есть почвы, но даже проявляется закон их широтной зональности. Это значит, что почвы более теплых побережий сильно отличаются от почв морозных внутренних районов материка.

Почвы появляются там, где кончаются ледники, море и начинается суша. Почвы есть и на самой северной точке суши в Северном полушарии — на мысе Моррис-Джесуп в Гренландии и в свободных ото льда Сухих долинах Антарктиды. Правда, полноценные почвы здесь представлены лишь как редкие мелкие вкрапления среди россыпей камней.■

Во внутренних районах Антарктиды – самые суровые условия для существования почв на Земле. Выглядывающие из-под ледяного щита горные вершины с крутыми каменистыми склонами соседствуют здесь с Сухими долинами, в которых снежного покрова почти не бывает не только летом, но и 50-градусной зимой из-за малого количества осадков (5 — 50 мм), а также сильнейших ветров, сдувающих редко выпадающий снег. В этих районах нет ни одного высшего растения — только микроорганизмы, водоросли и редкие лишайники, однако их так мало, что они не обогащают почву органическими веществами. Тем не менее почвы здесь формируются. Дело в том, что поверхность почв во внутренних районах Антарктиды – одна из самых древних на Земле: ей несколько миллионов лет. Она в сотни и тысячи раз старше почв Арктики и большей части Европы. За столь долгое



В Антарктиде почти нет цветковых растений – здесь царствуют водоросли и лишайники. Но и под ними есть крохотные гумусовые горизонты.



Почвы холодных пустынь – красные и засоленные. Красные они потому, что очень древние: им несколько миллионов лет. А засоленные они из-за высокой сухости климата.

Есть ли жизнь на Марсе? А если сейчас нет, то могла ли эта жизнь существовать в прошлом? Эти вопросы уже давно волнуют землян, поэтому они не только запускают космические корабли на Марс, но и на Земле открывают места, климат и почвенно-геологические слои которых наиболее близки к марсианским. Находятся эти места во внутренних районах Антарктиды, в Сухих долинах. Здесь почти нет осадков, а вся вода — в виде снега и льда, зимние морозы ниже –50°С. Однако жизнь здесь есть. Последние космические исследования показали, что в отличие от Земли на поверхности Марса такая радиация, что жизнь там вряд ли возможна. И тем не менее если жизнь там когда-то существовала, то ее следы наверняка сохранились в мерзлых толщах, так же как они сохранились в мерзлоте Антарктиды.■



время тут смогли проявиться медленные процессы выветривания горных пород и накопиться массы солей, принесенных из атмосферы. Почвы здесь поэтому зачастую имеют красный или красноватый оттенок, который придают ей окислы железа (такого же цвета древние почвы тропических и экваториальных областей). Из-за крайней сухости климата почти все почвы внутренних районов Антарктиды содержат легкорастворимые соли, причем высока доля нитратов — наиболее растворимых солей. Помимо низкого содержания органического вещества, красноватой окраски и засоленности, эти почвы еще и очень каменисты (кругом ведь горы!), а из-за сурового климата оттаивают в конце лета всего на глубину 20 — 40 см. Такие почвы называются **почвами холодных пустынь.**■

На побережье Антарктиды, свободном ото льда, а также на прилегающих островах климат смягчается: становится менее холодно и более влажно. Здесь на почвообразование влияет еще один фактор — колонии птиц, прежде всего пингвинов. Пингвины питаются продуктами моря, но живут на суше и в процессе своей жизнедеятельности обогащают органическими веществами побережье Антарктиды. Почвы, удобренные птицами, даже в условиях очень сурового климата отличаются высоким содержанием гумуса, азота, фосфора. Там, где птиц нет, почвы развиты слабее, но благодаря лишайникам, мхам и нескольким видам цветковых растений, остатки которых обогащают почву органическим веществом, они сильно отличаются от почв внутренних районов материка. А поскольку здесь менее холодно и более влажно, грунт оттаивает на большую глубину, и из почвы вымываются легкорастворимые соли.■



Пингвины питаются в море и ежедневно выносят тысячи тонн азота, фосфора и других питательных элементов на сушу.

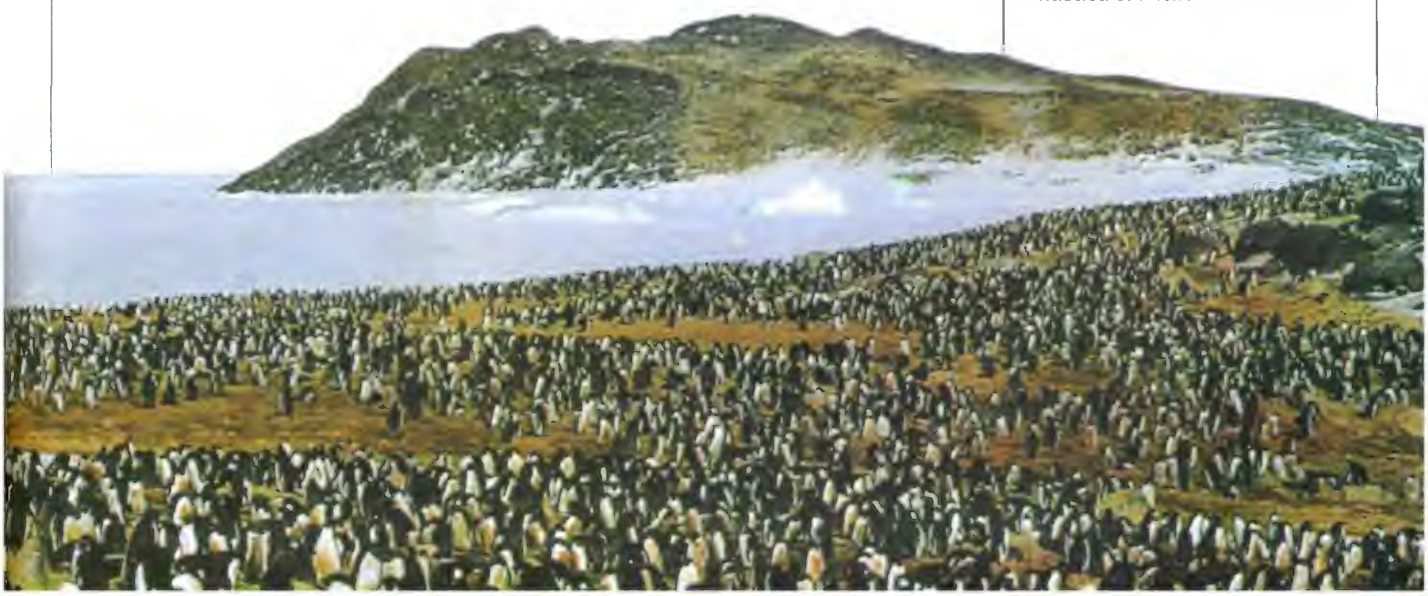
В Арктике по сравнению с Антарктидой просто благодатные условия для образования почв. В местах, зашищенных от сильных ветров, и на склонах, обращенных на юг и удобренных многочисленными

До сих пор в Арктике существуют районы, где почвы совсем не исследованы, причем эти «белые пятна» достаточно велики. Наибольшим по площади неисследованным районом до последнего времени оставались острова архипелага Новая Земля. Его территория была закрыта для гражданских научных работ в связи с функционированием там ядерного полигона. Да и сейчас данные по почвам Новой Земли единичные, и то только по южной ее части, а север архипелага до сих пор не изучен.

Не исследованы также почвы некоторых островов архипелагов Земля Франца-Иосифа и Северная Земля.

Главным вопросом для почвоведов, работающих в Арктике и пытающихся понять законы распространения почв на Земле, остается вопрос: существуют ли в Северном полушарии такие же холодные и сухие пустыни, как в Антарктиде? Ответить на него помогут почвенные исследования до сих пор еще не изученного самого северного участка Гренландии, свободного ото льда. Называется он Земля Пири. Косвенные данные климатологов, геологов и ботаников позволяют предполагать, что здесь есть участки холодных пустынь.■

На почвы побережий Антарктиды огромное влияние оказывают колонии пингвинов.





Арктическая дерновая почва по сравнению с почвами Антарктиды — это хорошо развитая почва, потому что здесь теплее и больше растительности.



Камнеломка — типичное арктическое цветковое растение. Оно встречается даже на северном побережье Гренландии.

птицами, образуется ковер ярко-зеленых трав, под которым находится сплошной почвенный слой. Однако преобладают все-таки каменистые россыпи, голые грунты и почвы с вечной мерзлотой, которые могут быть очень разными — от засоленных и щелочных до сильнокислых и переувлажненных. Дело в том, что в Арктике много гористых островов. А для гор, как известно, характерны резкие различия в температуре и выпадении осадков. Осадки высоких широт — это снег, который с одних мест сдувается, а в других накапливается. Когда снег тает, то одни почвы получают много воды и как бы формируются во влажном климате, а другие испытывают недостаток влаги и близки к почвам сухих областей. Так, в некоторых районах Гренландии, Канадского Арктического архипелага и островов Шпицбергена засоленные почвы, похожие на пустынные, могут буквально соседствовать с переувлажненными торфянистыми почвами, образующимися под влиянием талых вод и напоминающими болота лесных зон. В большей части Арктики среди каменистых россыпей наиболее часто встречаются **арктические дерновые почвы** — бурые почвы с верхним серым гумусовым горизонтом глубиной до 10 — 20 см.■

Под птичьими базарами зеленый ковер растительности и гумусированные почвы могут встречаться и на Земле Франца-Иосифа — севернее 80° с. ш.



В тундре распространены **глеевые почвы**, имеющие сизую и ржавую окраску вследствие сильного переувлажнения, которое в условиях нехватки кислорода приводит к появлению закиси железа. В равнинных тундрах часто встречаются **торфяные болотные почвы**, однако торфа в них значительно меньше, чем в болотах лесной зоны, потому что в условиях короткого и холодного лета ежегодный «урожай» болотных мхов и осок, остатки которых образуют торф, невелик. На наиболее сухих песчаных участках тундровых равнин формируются подзолы и подбуры. Там, где рельеф пересеченный, а каменистых пород больше, почвенный покров тундр может быть очень контрастным. Склоны покрыты щебнистыми отложениями вообще без почв или с примитивными почвопленками под коркой лишайников. И тут же рядом, где накапливается мелкозем и есть «затишок» от холодного ветра, можно увидеть хорошо развитые дерновые почвы — с дерниной и темным горизонтом накопления гумуса. Этому способствуют известковый состав горных пород и жизнедеятельность птиц, часто использующих такие уголки-закутки для гнездовий.

Почвы тундр в своем большинстве нарушены мерзлотными процессами, которые перемешивают материалы почв в результате того, что вода, превращаясь в лед, расширяется и выдавливает почву. В итоге поверхностные слои, состоящие из разлагающихся растительных остатков (торф, перегной, гумус), могут попасть на глубину более 1 м, а на поверхности окажутся совсем не связанные с почвообразованием горизонты рыхлых отложений. Эти «взламывающие» нормальный ход почвообразования процессы охватывают почти все тундровые почвы и создают удивительные узоры на поверхности почвенного покрова. Если подняться на гору, то равнинная тундра предстанет в виде пчелиных сот или рисовых полей, покрытых водой и окаймленных валиками.

Глинистые и суглинистые почвы тундры часто обладают одним удивительным свойством, с которым сталкиваешься, оказавшись в тех местах. Пока идешь по нормальной, покрытой растительностью поверхности, ничего особенного не замечаешь, но стоит остановиться и потоптаться на месте, как земля начинает прогибаться, как плохо накачанный надувной матрац, а потом засасывать, да так сильно, что приходится выпрыгивать из сапог. Это явление перехода грунта в вязкотекучее состояние называется **тиксотропией**.■

В полярных областях существует еще один, особый тип почвенного покрова. На островах Северного и Южного полушарий с океаническим климатом, с безморозной зимой, холодным летом и с огромным количеством осадков (>1000 мм) произрастают луга с обильной корневой массой. Тепла для того, чтобы, отмирая, вся эта масса разложилась до состояния гумуса, не хватает, поэтому почти все местные почвы обладают особо мощной дерниной, которая напоминает торф, но формирующийся не в мокром болоте из остатков мхов и листьев, а из корней трав, причем без всякого переувлажнения грунтовыми водами. Такие почвы называются **дерново-торфянистыми** субарктическими и субантарктическими.■

Почвы Севера интересовали русских ученых с самого зарождения почвоведения как науки. Первые работы по изучению роли мерзлотных процессов в формировании почв провели в России в начале XX в. В. Н. Сукачев и Д. А. Драницын, а уже в 20 — 30-е гг. XX в. Ю. А. Ливеровский, Б. Н. Городков, Е. Н. Иванова и другие получили данные о почвенном покрове арктических областей России. Впервые были составлены карты полярных районов. В Северной Америке начали активно заниматься исследованием почв Арктики уже в послевоенные годы. Почвоведы Канады и США использовали при этом наши научные разработки для изучения своих территорий. Русские почвоведы составили первую в мире карту, охватывающую всю Арктику, в том числе и высокие широты Северной Америки. В настоящее время российское северное почвоведение и география почв по-прежнему лидируют в мировой науке.■

Многие почвенно-геологические толщи полярных областей сформировались в условиях многолетней мерзлоты в течение тысяч и даже миллионов лет, поэтому здесь хорошо сохранились некоторые организмы, вмерзшие в почву. Наиболее известны среди них мамонты. Многие же растения прошлого сохранились в виде семян, а микроорганизмы — в виде клеток и спор. При соответствующих условиях они способны прорастать и оживать. В мерзлоте Антарктиды найдены микроорганизмы, которым несколько миллионов лет. Таким образом, мерзлые почвы полярных стран представляют собой не только запасники палеонтологических и зоологических музеев, но и своеобразные зоопарки, где «спят» живые существа далекого прошлого нашей планеты, которые не только представляют интерес как музейные реликвии, но и активно используются в научных экспериментах.■



В Арктике, как и в Антарктиде, птицы оказывают большое влияние на почвы и растительность скалистых побережий, вынося из моря много питательных веществ.

Сухие долины Антарктиды. Примитивные почвы формируются в условиях самого холодного и самого сухого климата на Земле.



Почвы лесного пояса умеренных широт



Леса умеренных широт занимают огромные пространства Евразии и Северной Америки. Климат в разных частях этой зоны неодинаков. В Западной Европе зимой нет устойчивого снежного покрова, а в Восточной Сибири морозы достигают −70° С и сковывают грунты круглый год. Рельеф — от плоских равнин Западной Сибири до гор Дальнего Востока и Северной Америки. Горные породы этих обширных областей могут составить богатую коллекцию любого музея. Разнообразны и сами леса — от северных притундровых до широколиственных дубрав. Разнообразны факторы почвообразования.

В притундровых лесах и в северной части таежной зоны, где очень влажный климат, чередуются сильно переувлажненные почвы и не очень переувлажненные. Наиболее влажные почвы – под болотами, которые и коротким северным летом наполнены водой. В этих условиях отмирающие остатки растений не успевают разлагаться, в результате чего накапливается торф и формируются **болотные торфяные почвы**. Причем в отличие от тундровых болот глубина торфа может доходить до десятка метров.

Если верхние, торфянистые, слои почвы под лесом успевают немного просыхать, а средние и нижние, минеральные, нет, то образуются **глеевые таежные почвы (глееземы)**. Глеевые почвы формируются при затруд-

Иногда почвенные процессы медленно, из года в год меняя свойства почв, могут приводить к коренной перестройке всего ландшафта. Так, например, в подзолистых почвах под лесом происходит постепенный вынос тонких почвенных частиц из горизонта вымывания в горизонт вмывания. И вот наступает такой момент, когда в горизонте вмывания эти частицы забивают все почвенные трещины и поры и вода после дождей начинает застаиваться. На почве поселяются влаголюбивые растения. Некоторые из них (в основном сфагновые мхи) впитывают и надолго задерживают большое количество влаги. Мхи еще больше увлажняют почву, и вода застаивается не только после дождя. Постепенно на месте леса образуется болото, т. е. происходит коренная перестройка ландшафта.■





Хотя территории Центральной Якутии и Магаданской области относятся к лесной зоне, здешний ландшафт — это чередование лиственничных лесов и редколесий, горных тундр и степей. Климат тут намного суше, а почвы — палевые мерзлотные. Благодаря относительно сухому климату карбонаты кальция не вымываются и в почве есть карбонатные горизонты. Приблизительно на глубине 1 — 1,5 м находится многолетняя мерзлота.■

ненном доступе кислорода и избыточном увлажнении. Они имеют голубовато-серый, голубой и даже синий цвета. Таких почв много на плоских равнинах Западной Сибири. В Восточной Сибири на почвы под лесом влияет неглубокая многолетняя мерзлота, которая не пропускает талую и дождевую воду. Почвы тут переувлажнены и называются **глеевыми мерзлотно-таежными**.■

На суглинках и глинах в лесной зоне формируются **подзолистые почвы**. Они характерны для Европейского Севера России, а также для Сибири, где мерзлоты нет или она лежит глубоко. На песках и щебнистых породах в тайге широко распространены подзолы. Под влиянием кислот органических веществ разрушаются минералы, содержащие железо (они и придают почве бурый цвет), а почвенные растворы это железо вымывают. В результате получается белесый горизонт вымывания, или подзолистый почвенный горизонт.

В подзолистых почвах вымываются не только железистые соединения, но и глинистые частички, которые накапливаются в нижних почвенных слоях.

В песках глинистых частиц почти нет, и в нижние горизонты подзолов вмываются соединения железа и органического вещества. Если же в горной породе, на которой формируется почва, содержится очень много железистых минералов, то почвенная вода не может вымывать железо, поэтому горизонт вмывания здесь есть, а горизонта вымывания нет. Такие почвы в северной тайге называются **подбурами**, а южнее — **буроземами**. Они встречаются там, где много базальтов и других горных пород, богатых железом, — в Карелии, Сибири и на Дальнем Востоке.■



Подзолы на песках — одни из самых распространенных почв под лесами.



Лесная зона умеренного пояса — это чередование лесов, болот, озер, а также лугов и полей, созданных человеком.

В южной части тайги и под смешанными лесами переувлажненных почв значительно меньше, и в подзолистых почвах появляется гумусовый горизонт, а иногда и дернина. Это происходит из-за того, что в этих более южных районах в лесах произрастает много травянистых растений, а остатки их многочисленных корней перемешиваются червями, кротами и другими почвенными животными (их здесь намного больше, чем на таежном севере) с минеральным веществом. Кроме того, почти все почвы в этих районах в древности вспахивали, т. е. тоже активно перемешивали органические и минеральные вещества. Такие почвы с гумусовым горизонтом, горизонтом вымывания железа и глинистых частиц, а также бурым горизонтом вмывания называются **дерново-подзолистыми**. В этой части лесной зоны встречаются и переувлажненные почвы заболоченных лугов с гумусовым и глеевым горизонтами. Их называют **дерново-глеевыми почвами**. Эти два типа почв распространены очень широко, особенно в европейской части России.■

В самой теплой части лесной зоны умеренного пояса — в широколиственных лесах — формируются серые лесные почвы и бурые лесные почвы (буроземы). **Серые лесные почвы** представляют собой нечто среднее между дерново-подзолистыми почвами смешанных лесов и черноземами лесостепей и степей. Они образуются в более теплом и сухом климате и под более обильной растительностью, чем дерново-подзолистые почвы. Растительных остатков и перемешивающих их почвенных животных здесь больше, поэтому гумусовый горизонт в них мощнее (больше по толщине) и темнее. Однако зимой образуется настолько устойчивый снежный покров, что каждую весну при таянии снега почва испытывает своеобразный удар — активно промывается. В результате в ней появляются горизонты вымывания и вмывания.

Бурые лесные почвы — это почвы более теплого, но не менее влажного климата, чем дерново-подзолистые. Они распространены в Западной и Центральной Европе, на северо-восточном побережье США, на самом юге российского Дальнего Востока и в Японии. Для этих почв здесь более благоприятные условия, чем в районах континентального климата: нет жаркого и сухого лета, отсутствует устойчивый снежный покров. Таким образом, бурые лесные почвы увлажняются почти равномерно в течение всего года. При такой «неторопливой» жизни органические остатки разлагаются постепенно, формирующийся гумус приобретает более коричневую — бурую окраску, а без ежегодного сильного промывания горизонт вымывания железа может совсем не образовываться. Буроземы встречаются и в более суровом климате, в средних и южных районах тайги, но всегда они располагаются на богатых железом горных породах. Горизонта вымывания здесь нет по тем же причинам, что и в подбурах.■



На известковых породах и в лесной зоне формируются почвы, похожие на черноземы, — дерново-карбонатные почвы, или рендзины.



Если в «материнской» породе очень мало питательных веществ, то настоящий лес вырасти не может. Так, на плотных гипсах появилось только редколесье.

В тех ландшафтах, где на поверхности оказываются выходы скал, большие валуны, скопления камней, очень трудно поселиться растительности, а почве сформироваться. Тем не менее в лесной зоне почвы образуются и в таких условиях. Это происходит потому, что зрелые почвы и лесная растительность на них помогают своим соседям. Поселившись между валунами, в расщелинах между скал — там, где есть мелкозем, деревья формируют почву не только для себя. Своими корнями они высасывают необходимые питательные элементы — азот, фосфор, калий, кальций, которые по стволу доходят до ветвей и листвы, которую осенью деревья «разбрасывают» на десятки метров вокруг. Постепенно на поверхности голых скал появляется слой древесного опада. Питательных веществ в нем уже достаточно для того, чтобы здесь поселились мхи, которые, нарастая, образуют все более толстый ковер подстилки. В этом ковре потом могут поселиться травы, кустарники, а затем и деревья. Скалы под такой подстилкой начинают разрушаться быстрее, и на них тоже формируются почвы. Так благодаря растительности почвы помогают друг другу осваивать пространства.■

Множество разных почв формируется на границах между их основными типами. Так, на переходе между болотными и подзолистыми почвами образуются **болотно-подзолистые почвы**. Между глеевыми почвами и подзолистыми могут встретиться **глееподзолистые почвы**. Сами названия уже говорят о том, что в этих почвах есть признаки как одних, так и других типов почв. Так, в болотно-подзолистых почвах имеется горфянистый (меньше 15 см) или даже торфяный (больше 15 см) горизонт, а в горизонте вымывания глееподзолистых почв сизые и ржавые пятна свидетельствуют о глеевом процессе. Подобные почвы-«пограничники» характерны для многих типов лесных почв. Так, например, **подзолисто-буроземные почвы** «граничат» между буроземами и дерново-подзолистыми почвами.■

Известняки – широко распространенные на Земле светлые осадочные плотные породы, из которых раньше строили белокаменные города. Они состоят в основном из карбоната кальция, формула которого $CaCO_3$. Известняки легко разрушаются, и их обломки часто примешиваются к другим часто встречающимся рыхлым породам, например к глинистым ледниковым отложениям. Почв на карбонатных породах, т. е. горных породах, содержащих карбонаты кальция, много. Если содержание карбонатов кальция невелико, то почвы почти не отличаются от формирующихся на таких же породах, но без извести. Если же карбонатов кальция в породе много, почвы совершенно не похожи на своих соседей. И вот почему. Карбонаты — соли очень слабой кислоты, поэтому они дают щелочную реакцию почвенного раствора. Это нейтрализует органические кислоты, поступающие из органических остатков. В щелочных условиях обитают иные, чем в обычно кислых лесных почвах, почвенные организмы, которые по-другому разлагают остатки растений. В результате кальций первым соединяется с органическими веществами, придавая гумусу темно-серый цвет, поэтому эти «инородцы» — почвы на известковых породах в зоне смешанных лесов — по своему верхнему горизонту напоминают черноземы. В народе их так и называют — черноземы. По-научному же это – **дерново-карбонатные почвы**, потому что от настоящих степных черноземов они отличаются нижними почвенными горизонтами, часто каменистыми и даже скалистыми. А еще их называют **рендзинами**, что по-польски означает «почвы, скрежещущие при вспашке плугом».■



В лесу и на отдельных скалах может появиться ковер подстилки, под которым идет процесс образования почв.

Сбрасывая листья и хвою, деревья, конечно, обеспечивают почвы органическими веществами, необходимыми для развития. Однако в жизни леса существует процесс, который не дает почвам достигать полной зрелости. Это ветровал, когда ветер опрокидывает деревья, выворачивает их с корнем. Вместе с собой корень увлекает и большую массу почвы, весом около тонны. Когда ветровал окончится, на ровном месте окажется западина, из которой корни вырвали почву, а после осыпания с корней частиц почвы и разложения упавшего дерева рядом формируется бугор. Казалось бы, этот процесс, перемешивающий верхние почвенные горизонты, происходит не каждый год и не везде, но, если возраст поверхности лесной почвы 10 тыс. лет, можно представить, сколько таких микрокатастроф она пережила! Со временем бугор и западина могут заплыть и стать почти незаметными, но почвенный профиль еще долго будет хранить память о нарушении своей спокойной жизни.■



Когда дерево выворачивается с корнем, верхние горизонты почв нарушаются.

То, что почва – национальное достояние, а чернозем – царь почв, еще раз подтвердила Великая Отечественная война: на оккупированной территории России и Украины фашисты собирали с полей гумусовый горизонт черноземов, грузили в железнодорожные составы и отправляли в Германию. Казалось бы, что в военную пору есть дела поважнее, но практичные немцы прекрасно понимали, какое богатство они вывозили домой. И в мирное время гумусовые горизонты ценных почв рачительные хозяева стараются уберечь от разрушения. Например, при строительстве нефтепроводов верхний слой почв аккуратно снимают и отдельно складывают, а после строительства этот слой опять разравнивают на поверхности.■

Как вы думаете, что такое «Белоглазки»? «Журавчики»? «Дутики»? «Погремки»? «Земляные сердца»? «Ласточкины хвосты»? «Розы»? Забытые названия детских игрушек? Вовсе нет. Это названия почвенных новообразований извести и гипса, которые встречаются в почвах степей и пустынь. Гипс и известь из почвенных растворов и грунтовых вод осаждаются внутри почвенных пор, имеющих замысловатые формы. Новообразования могут повторять эти сложные очертания, а также обрастать различными кристаллами, становясь действительно похожими на сердца, куклы, розы и т. д.■

Чернозем — царь почв. В нем много гумуса.



Почвенный покров степей и пустынь

Почвенный покров степей и пустынь развивается в условиях дефицита влаги. Причем если в степях малое количество осадков идет на пользу почвам (из них не вымывается столько питательных веществ, сколько из лесных почв), то в южных степях, полупустынях и пустынях из-за недостатка воды страдают не только почвы, но и все, что живет на них, — растения, животные, люди.

Всем известно, что царь зверей – лев – живет в Африке, но далеко не каждый знает, что царь почв — чернозем – прописан прежде всего в России и на Украине. Чернозем не зря называют царем почв, это одна из самых плодородных почв на Земле. Она содержит от 8 до 20% гумуса, обладает самой лучшей структурой и другими замечательными почвенными свойствами. Чернозем сыграл решающую роль в становлении почвоведения как науки.



Основоположник почвоведения В. В. Докучаев свой основной труд так и назвал – «Русский чернозем». Именно с изучения этой почвы стали накапливаться знания обо всех почвах мира.

Как же сформировалась такая почва? Еще М. В. Ломоносов писал, что чернозем формируется в результате «согнития растительных остатков». Правда, черноземом тогда называли не только степные почвы, но и любой темный гумусовый почвенный горизонт — от пойменных почв Астраханской области до дерново-карбонатных почв Архангельской области. Настоящий же **чернозем** действительно образуется в результате разложения («согнития») большого количества корневых остатков степной растительности, а также соединения органических кислот с кальцием и интенсивного перемешивания органических и минеральных веществ многочисленной почвенной фауной — от сурков до земляных червей. Однако это только гумусовый горизонт чернозема, хотя он может быть и больше метра. Обязательной принадлежностью этого типа почв является горизонт вмывания карбонатов кальция. Он располагается ниже гумусового горизонта и отличается светлой окраской. Если в почве есть мощный горизонт накопления гумуса, но она не имеет карбонатного горизонта, то это не чернозем, а черноземовидная почва. Такие почвы встречаются в прериях США и у нас в Амурской области.■

По мере движения к югу от зоны распространения черноземов в почвенном покрове степей уменьшается мощность гумусового горизонта, окраска его становится менее темной, а горизонты вмывания карбонатов и гипса располагаются все ближе к поверхности. И сами почвы при переходе от степей к пустыням как будто постепенно «обесцвечива-



В песчаных пустынях пески из-за сильных ветров иногда двигаются так быстро, что почва формироваться не успевает.

Докучаевскими бастионами называют лесополосы, которые по предложениям и планам ученого стали сажать между полями в освоенной зоне лесостепи и степи. Сейчас вся территория черноземной зоны и даже южнее, в областях распространения каштановых почв, покрыта сетью лесных полос. Лесополосы сохраняют почвенное богатство нашей страны. Они защищают почвы от ветров на открытом месте. Летом эти полосы мешают развитию ветровой эрозии, а зимой не дают уносить с полей снег, который спасает посевы озимых от лютых морозов, а весной обеспечивает черноземы необходимой влагой. Здесь гнездятся птицы, поедающие вредителей посевов, и находят убежище многочисленные степные виды животных, потревоженных деятельностью человека.■

Такыр летом кажется абсолютно безжизненным, но иногда здесь можно видеть животных. А в сезон дождей он покрывается зеленым ковром растительности.

ются». Недаром они получили и соответствующие названия: каштановые, бурые полупустынные, серо-бурые пустынные, сероземы. И все-таки даже самые сухие почвы внетропических пустынь находятся без воды не круглый год. Весной идут дожди, а испарение еще не такое сильное, как летом, и пустыня покрывается ковром тюльпанов, маков и других растений. Однако короткий период бурного развития растительности совпадает с периодом активности почвенных организмов, поэтому почти все органические остатки разлагаются до углекислого газа и воды, минуя стадию гумуса, и содержание его в почвах пустынь всего 1 — 2%.■

Несмотря на недостаток влаги, в степи и даже в пустыне есть почвы, которые испытывают периодическое, а некоторые и постоянное переувлажнение. Это почвы, связанные с близким залеганием к поверхности грунтовых вод. В степной зоне они называются **луговыми** и **лугово-степными** (лугово-черноземными и лугово-каштановыми), а в пустынях к ним добавляются и **лугово-пустынные почвы**. Луговые почвы переувлажнены наиболее сильно. Грунтовые воды в степях и пустынях содержат большое количество минеральных солей, поэтому и в переувлажненных почвах их тоже много. Гумусовый горизонт этих почв имеет темный, почти черный цвет, а ниже залегают знакомые нам по тундровым и лесным почвам глеевые горизонты сизого и ржавого цветов.■

Есть в пустынях и особые почвы, которые называются **такырами**. Это почвы глинистых понижений, которые в период весенних дождей наполняются водой. Потом вода высыхает, и на поверхности понижений так же, как и на месте луж на более знакомых нам проселочных грунтовых дорогах Центральной России, образуется глинистая корка, которая растрескивается на шестиугольники, прямоугольники, треугольники.■

Самый яркий образ пустынь — пески, переносимые сильными ветрами, но если они хоть на какой-то срок закрепляются выросшей на них растительностью, то здесь формируются **песчаные пустынные почвы** с серым тонким гумусовым горизонтом. Они могут совсем не содержать ни растворимых солей, ни карбонатов. Песчаные пустыни по площади не преобладают в зоне пустынь. Больше пустынь глинистых, суглинистых, супесчаных с серо-бурыми пустынными почвами. Наиболее бесплодные — каменистые пустыни, где не хватает не только воды, но и почвенного мелкозема. Очень яркие и запоминающиеся почвы степей и пустынь — это солончаки, солонцы и солоди. Они занимают иногда больше половины площади всего почвенного покрова крупных территорий (подробно о них см. в разделе «Незональные почвы»).■



Почвы тропиков и субтропиков

Первое, что бросается в глаза, когда попадаешь в низкие широты, в районы экваториального, субэкваториальных, тропических и субтропических поясов, — это красный цвет земли. Красная глина, красный песок, красные мутные реки после дождей, красная пыль, оседающая на одежде путешественника, создают у человека, приехавшего из мира серых и бурых земель, ощущение другой планеты. На почвенных картах показано, как этот «красный пояс» охватывает сушу Земли: почвы низких широт изображаются с помощью цветов, имеющих красный оттенок. И названия почв здесь соответствующие: красноземы, красно-желтые, красные, коричнево-красные, красновато-бурые.

Почему же почва в тропиках так окрашена? Это произошло благодаря почвообразующим породам, которые подвергались сильному выветриванию. В этой огромной по площади части земного шара никогда не бывает снежного покрова и промерзания почв. Здесь почти везде, за исключением субтропиков, где зимой прохладно, — постоянное лето. На значительной части этой территории за год выпадает более 1000 мм дождей, т. е. слой воды толщиной более 1 м.

Тепло и влага — огромная разрушительная сила для минералов, поскольку теплая вода растворяет их намного сильнее, чем вода из талого снега. Кроме того, тепло и влага — благодатная среда для буйной растительности, которая круглый год «впрыскивает» в почву все новые и новые порции органических кислот, а почвенные воды разносят их на большую глубину. Очень важно и то, что возраст поверхностных слоев грунта в тропиках и субтропиках – сотни тысяч и миллионы лет. Этим они сильно отличаются от почв умеренных широт, где на большей части территории был ледник и возраст почв определяется «всего» в десятки тысяч лет.



Если представить, что все дожди, выпавшие в низких широтах за миллион лет, ушли в почву, то каждый участок тропической земли промыт огромной массой теплой воды с кислотой. Высота этого водяного «столба» 1000 км. Конечно, часть воды испаряется и стекает по поверхности, не попадая в почву, но все равно даже если на промывание почв идет 1% выпавшей влаги (на самом деле больше), то высота столба не 1000, а 10 км. Попробуйте представить себе эту разрушительную силу! При таком сильном и долгом выветривании большинство мине-



Частички красных почв после дождей попадают в реки, отчего почвы и приобретают такой необычный цвет.

Большинство почв во влажных тропиках суглинисты и глинисты. А что же формируется на песках? Здесь чаще всего встречаются подзолы, но они сильно отличаются от своих более северных родственников. Только верхний горизонт подстилки или процесс накопления гумуса у них сходны, а вот горизонт вымывания может достигать 2 — 5 м. Горизонт вымывания обычно плотный, цементированный соединениями железа и гумуса, очень темного цвета. Эти необычные свойства почвы приобрели благодаря высокой интенсивности процессов в тропиках. Гигантские подзолы распространены в Южной Америке, Африке и Австралии.■

На песках в тропиках, как и в наших лесах, формируются подзолы. Только мощность их почвенных горизонтов гораздо больше — до нескольких метров, поэтому эти подзолы и называются мамонтовыми.





В саваннах почвы наиболее красные. Здесь влажные сезоны чередуются с сухими.

В тропиках и субтропиках происходят такие же почвенные процессы, как и в умеренных широтах. Только интенсивность их намного сильнее. И если в наших степных почвах образуются «Журавчики», «Дутики» и «Ласточкины хвосты» из карбоната кальция и гипса, то в царстве «вечного лета» из этих же солей формируются целые коры, т. е. слои грунта толщиной от десятков сантиметров до нескольких метров, в которых почвенные частички сцементированы различными веществами подобно тому, как в кирпичном доме цементным раствором скреплены кирпичи. Коры — это как бы очень плотные горизонты вымывания, но минеральные вещества не только попадают в них из вышележащего горизонта вымывания, но и приносятся с большой площади почвенными водами.■

ралов и химических элементов вымыто не только за пределы слоя почвы глубиной 2 м, но и на глубину коры выветривания, которая бывает 5 м и даже более 10 м.■

В верхних слоях коры выветривания, которые и служат почвообразующей породой для почв тропиков и субтропиков, остаются в основном самые устойчивые минералы — каолинит, состоящий из алюминия, кремния, кислорода и водорода, оксид кремния – кварц, а также большое количество окислов железа и алюминия. Вот эти окислы железа и придают почвам и корам выветривания красный цвет. Иногда такие почвы называют **ферраллитными** за высокое содержание железа (от лат. ferrum — железо, aluminium – алюминий и греч. lithos — камень).
В почвах тропиков и субтропиков, особенно при очень влажном климате, большинство питательных веществ вымывается. Они содержатся только в подстилке, дернине и гумусовом горизонте. Именно оттуда их высасывает буйная растительность и туда же возвращает для своих «потомков».■

Откуда же взялись другие цвета в тропических почвах? Это тоже связано с окислами железа. Самые важные минералы — окислы железа, «управляющие» окраской почвы: минералы более выветрелых почв — красный гематит и желтый лимонит, а менее выветрелых почв – бурый гётит. Первые два названия легко запомнить: гематит в переводе с греческого — «кровь», ну а лимонит сразу напоминает о желтом кислом фрукте. Гётит назван в честь немецкого писателя Гёте. Красный гематит — это просто окисел железа с химической формулой Fe_2O_3, а в желтом и буром минералах есть связанная с окислом вода. В зависимости от влажности климата и от степени выветрелости минералов в тропиках и субтропиках и создается такое «разноцветье» почв.■



В тропиках и субтропиках повсюду у земли красный цвет — результат сильного и длительного выветривания горных пород.



Во влажных тропических лесах почвы часто имеют не красный, а красно-желтый цвет.

Наиболее влажные почвы экваториального пояса — **красно-желтые почвы**, а в субтропическом поясе они называются **красноземами** и **желтоземами**. В этих лесных почвах подстилка и небольшой гумусовый горизонт сменяются горизонтами выветривания с красной и желтой окраской. Сильно выветрелые, но менее влажные почвы субэкваториальных высокотравных саванн называются **красными**. В них гумусовый горизонт отличается значительно большей мощностью, чем в лесных экваториальных почвах. В более сухих саваннах и жестколистных лесах почвы менее выветрены, в них меньше красного гематита и больше бурого гетита, поэтому эти почвы называются **красно-бурыми** и **коричнево-красными**. Гумусовый горизонт в них менее темного цвета и меньшей мощности, а в профиле могут появляться карбонаты кальция. Еще более сухие и еще менее выветрелые почвы опустыненных саванн относятся к **красновато-бурым почвам**. В них кроме карбонатов могут встречаться и гипсовые новообразования. И только в пустынях, где никогда не было влажного климата (например, в центральной части Сахары), тропические почвы не красные. Здесь почвы относятся к **бурым тропическим пустынным**. В наиболее безжизненных пустынях мира, где осадки могут не выпадать годами (Атакама в Южной Америке и некоторые районы Сахары), почвы сменяются голыми каменистыми и песчаными поверхностями. Здесь много засоленных почв и солончаков. В Атакаме настолько сухо, что там образовались отложения селитры (нитрата калия) — одной из наиболее растворимых в воде солей.■



Как правило, эрозия — это страшное зло. Она портит почвы, уничтожая самые плодородные верхние горизонты, но в редких случаях эрозия может оказаться полезной. Как мы знаем, многие древние почвы зон тропиков и субтропиков настолько давно и сильно выветривались, что в них почти не осталось источников минеральных питательных веществ: они все лежат на глубине 3 — 5 м и более, где грунты уже рыхлые, но разрушены выветриванием еще не так сильно. Вот в этом-то случае и эрозия может сослужить добрую службу. Только как ее остановить, чтобы она сносила только выветрелые слои, но не затрагивала всю толщу мелкозема?■

Почвы субтропического пояса часто представляют собой переходную стадию между красными почвами низких широт и почвами умеренного пояса. Самые влажные красноземы и желтоземы наиболее близки почвам экваториального пояса. В субтропиках широко распространены почвы, в которых красный цвет постепенно исчезает по мере увеличения сухости климата. В южноамериканских саваннах – пампах встречаются **красновато-черные почвы**. Они как бы находятся между почвами красной окраски и черноземами. В них под черноземовидным горизонтом залегает красноватый выветрелый горизонт. На больших площадях Средиземноморья, Восточного Кавказа и в горах Центральной Азии, а также в Америке, Африке и Австралии под субтропическими сухими лесами и кустарниками формируются **коричневые** почвы, в которых есть признаки и красноватых почв, и почв умеренного климата — буроземов. В профиле коричневых почв под темным гумусовым горизонтом есть горизонт выветривания, который краснее, чем в буроземе. Почвы еще более сухих ландшафтов — кустарниковых степей Азербайджана, Ирана и Центральной Азии — относятся к **серо-коричневым** (они карбонатны, и гумуса в них мало), а от них уж рукой подать до сероземов, которые относятся к почвам субтропиков.



Термиты — удивительные насекомые тропических широт, которые живут колониями, как и муравьи.

В тропиках и субтропиках часто встречаются также **черные слитые почвы**. В сухих условиях, так же как и в умеренном поясе, в почвенном покрове

тропиков и субтропиков большие площади могут занимать такыры, песчаные пустынные почвы, солончаки, солонцы.■

Для почв тропиков важны в первую очередь беспозвоночные животные, а особенно термиты и огромные земляные черви. Термиты из частичек почвы строят термитники таких размеров, что в них может укрыться слон. В засушливых местах термиты способны на несколько десятков метров проделывать ходы в глубь земли, чтобы достать грунтовые воды. Вместе с водой они извлекают необходимые для питания химические элементы и, доставая их на поверхность почв, увеличивают плодородие. Огромную роль в формировании тропических почв играют черви. Некоторые их виды достигают огромных размеров — 3 м в длину и 2,5 см в диаметре. Они перемешивают органические остатки тропических почв, которые попадают на поверхность, или затаскивают их на глубину, тем самым спасая от немедленного разложения, и формируют гумусовые горизонты. Их выбросы (высотой 20 — 25 см) на поверхность напоминают по размеру выбросы кротов.■



Можно ли, не уезжая в далекие южные края, хоть чуть-чуть почувствовать себя в тропиках? Если иметь в виду цвет земли, то можно. На юге России, в районе Сочи, а также у наших соседей в Азербайджане можно встретить настоящие субтропические желтоземы, а в Грузии — настоящие красноземы. Однако красные почвы есть и там, где по всем законам географии почв быть им не положено, например в Архангельской области, недалеко от Санкт-Петербурга, в Татарии, Пермской и Кировской областях, некоторых районах Зауралья, Сибири, в степях Казахстана. Здесь красный цвет почв обусловлен очень древними (сотни миллионов лет) корами выветривания, когда климат в этих местах был такой же, как и в современных тропиках. Кое-где ледник сильно смял эти древние рыхлые породы, но цвет их сохранился. На них иногда формируются обычные подзолистые почвы и подзолы с розовыми горизонтами вымывания, и порой даже промывание почв снеговыми водами не может изменить исходный цвет породы. В степи на красных породах формируются черноземы, каштановые почвы, солонцы.■



В условиях сухого климата опустыненных саванн почвы «бледнеют». Здесь не красные, а красно-бурые почвы.

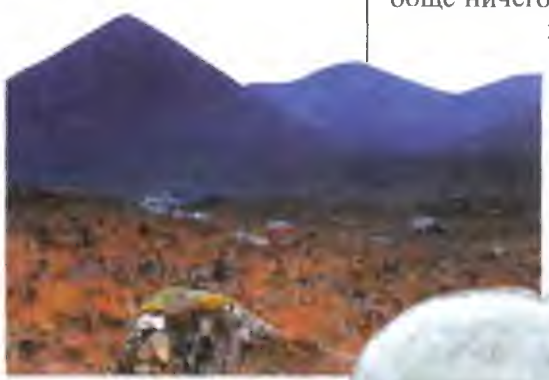
Термиты создают свои дома — термитники высотой в несколько метров, которые придают удивительное своеобразие ландшафтам саванн.



Почвы гор

На многих школьных почвенных картах все почвы гор — от экватора до полюса — имеют одно название — «Почвы горных территорий». На других картах почвы гор покрыты штриховкой, а в легенде их называют «горные бурые лесные», «горные черноземы». Чем эти почвы отличаются от своих равнинных «братьев и сестер», не всегда понятно. Попробуем разобраться.

Не только высота горы, но и ориентация (или экспозиция) ее склонов — на юг, на север — могут определять характер ландшафта, а следовательно, и почвы. Особенно это касается гор относительно сухих областей, где важно количество осадков. В этом случае на влажных склонах, обращенных к ветрам и приносящим осадки, формируются лесные почвы, а на противоположных сухих склонах — степные. На обращенных на юг склонах – более сухие почвы, чем на северных склонах, которые получают меньше солнечных лучей.■



Горы часто лишены почвенного слоя из-за эрозии — смыва почв со склонов.

Почвенный покров гор на карте действительно изображать очень сложно. Если указывать только то, что преобладает на поверхности, то о почвах большинства горных территорий мы, глядя на карты, вообще ничего не узнаем. Ведь тогда на карте будут указаны только каменистые россыпи и выходы скал! А в горах даже на небольших расстояниях почвы меняются очень сильно. Ведь здесь действует закон высотной поясности. Проехав по горной дороге километров десять, можно побывать в зоне черноземов, бурых лесных почв и почв горных тундр или лугов. Вот почему почвенный покров гор, изображаемый на профессиональных почвенных картах, — это настоящее произведение искусства, похожее на тканый ковер восточных мастеров. Там и каменистые россыпи, и тонкие извивающиеся полоски высотных почвенных зон, и узкие длинные контуры почв горных долин.■

Как же можно запомнить все это многообразие почв в горах? Это не так уж сложно, если знать принцип действия закона высотной поясности. Как правило, с высотой понижается температура и увеличивается количество осадков, поэтому если у подножия гор находятся, например, каштановые почвы, то выше будут располагаться почвы чуть менее теплого и более влажного климата, т. е. черноземы. Выше горных черноземов идут почвы широколиственных лесов — горные серые или горные бурые лесные, которые сменются почвами горной тайги — горными подзолами и подбурами. Выше встречаются высотные пояса тундр с теми же подбурами или пояса горных лугов с горно-луговыми почвами, а далее – пояс гольцов (аналог ландшафтов высоких широт Арктики с каменистыми россыпями и пятнами примитивных почв), «вечные снега» и ледники.

Горные тундры, как правило, находятся в горах с холодным климатом (Скандинавские горы, северная часть Урала, горы Сибири и Дальнего Востока), а горные луга —

Горные почвы бывают очень каменистыми, копать лопатой их почти невозможно.



Кто бывал в горах, тот знает, что на горных вершинах редко растут деревья. Обычно на вершинах – тундра или луга, скалы или вечные снега. Причем часто склон одной горы покрыт лесом, на вершине соседней, более низкой, на той же высоте – горная тундра. Это называется вершинным эффектом. Вершина открыта всем ветрам, а склоны — только ветрам одного-двух направлений. Снег с вершины сдувается сильнее, чем со склонов, поэтому почвы зимой на вершинах сильнее промораживаются. Вот поэтому сопки на вершинах «лысые».■

с более теплым (Карпаты, Крым, Кавказ, горы Средней Азии). Если же у подножия гор шумит «зеленое море тайги» с подзолистыми почвами, то выше будет гораздо меньше высотных поясов — горные тундры с подбурами, гольцы и ледники.■

Глубина почвенного профиля в горах, как правило, меньше, чем на равнине, и в почве содержится больше щебня и меньше мелкозема. Нужно также помнить, что основная поверхность в горах — это склоны, поэтому верхние горизонты почв могут быть подвержены не только «быстрым» склоновым процессам типа эрозии, но и медленному оползанию и течению грунтов. Иногда встречаются почвенные профили с чужими, сползшими сверху почвенными горизонтами. Бывает и так, что горизонт вымывания в почве склона есть, а горизонта вмывания нет. Это значит, что все вымытое вещество не задержалось на месте, а унеслось вниз по склону вместе с почвенными водами.■

Существуют также **горно-луговые** и **высокогорные пустынные почвы** (сухие почвы высокогорий Памира и Тибета), которые на первый взгляд не имеют равнинных аналогов. Однако по своему строению почвы горных лугов очень похожи на дерново-торфянистые субарктические и субантарктические почвы приокеанических лугов, хотя и развиваются в условиях более холодной зимы. Почвы сухих высокогорий не очень хорошо изучены, но, вероятно, они близки почвам холодных пустынь Антарктиды.■

Однако если профили горных почв слабо отличаются от равнинных, то почвенный покров гор совсем не похож на покров равнин. В горах преобладают каменистые россыпи, а горные почвы встречаются редко, отдельными пятнами. Кроме того, почвы и рыхлые геологические отложения подвергаются в горах сильнейшей эрозии, поэтому здесь распространены почвы без верхних, гумусовых горизонтов. Тут также много почв молодых, формирующихся на свежих породах, которые появились на поверхности всего десятки и сотни лет назад после размыва почвенных горизонтов. В горах, где нет глубоких рыхлых отложений, накрывающих, как одеяло, многочисленные плотные породы на равнинах, набор почв более разнообразен.■



Различия между горными и равнинными типами почв небольшие. В целом горные типы почв более щебнистые и более мелкие. Однако такие почвы часто встречаются и на равнинах. Например, на Кольском полуострове и в Карелии настоящих гор мало, но почвы сильно каменисты из-за того, что они сформировались непосредственно на кристаллических породах Балтийского щита или на валунных ледниковых отложениях. «Горные» почвы есть и на кряжах и возвышенностях среди равнин.■

Высотная поясность растительности и почв — это смена одного пояса другим при увеличении высоты. Так, в Гималаях хвойные леса сменяются пожелтевшими березами пояса редколесий, а затем и горными лугами. Вслед за растительностью сменяются и почвы (подзолы — подбурами и горно-луговыми почвами).



Незональные почвы

Рассказывая о почвах разных поясов Земли, мы главное внимание уделяли почвам зональным, т. е. почвам, которые формируются на наиболее распространенных почвообразующих породах (суглинках, глинах, песках) и подчиняются закону широтной зональности. Между тем в природе существуют и такие почвы, которые не вписываются в рамки общих законов. Пересекая несколько почвенных зон и находясь или в тропиках, или в холодном климате, такие почвы называются незональными. Как правило, их отличие от зональных почв состоит в том, что они формируются при большом избытке влаги или на особенных почвообразующих породах или же находятся под сильным воздействием какого-либо внешнего фактора (например, периодический разлив рек, морские приливы, выпадение вулканического пепла и др.).



Солоди сильно отличаются от других почв степей. Они больше похожи на подзолистые почвы лесной зоны. Недаром когда-то давно их называли степными подзолами.

Болотные торфяные почвы – самые распространенные почвы среди незональных. Их можно обнаружить во всех природных поясах — от арктического до экваториального. Больше всего их в зоне лесов умеренных широт, но много и во влажных тропиках. Встречаются они даже в пустынях. Для формирования болотных торфяных почв необходимо сильное переувлажнение, которое может возникать вследствие как очень влажного климата, так и плоского рельефа, когда медленно текущие ручьи и реки не успевают сбросить всю выпавшую из атмосферы воду. При застое воды и недостатке кислорода большинство почвенных организмов, разлагающих растительные остатки, не могут жить на моховых болотах, а потому все недоразложившиеся остатки накапливаются в виде торфа. На верховых моховых болотах торф очень беден питательными веществами, а на низинных травяных болотах, наоборот, довольно богат. Болотные торфяные низинные почвы при мелиорации могут использоваться как пастбища, луга и даже пашня. В зонах с недостаточным климатическим увлажнением широко распространены почвы, формирование которых связано с засоленными породами или солеными грунтовыми водами. Называются они солончаки, солонцы и солоди. Ясно, что все эти слова имеют общий корень — «соль». Названия похожие, а почвы разные.■



Мангры — это ландшафты периодически затопляемых морем лесов в тропической зоне. Здесь сульфаты из морской воды под воздействием бактерий преобразуются в сероводород и серную кислоту. Поэтому почвы тут не только засоленные, но и очень кислые.

Солончаки — это почвы, в поверхностном горизонте которых содержится больше 1% легкорастворимых солей, что придает поверхности почвы белый цвет. В сухой период из неглубоких соленых грунтовых вод или из намокших после весенних дождей засоленных грунтов почвенные растворы по тонким порам почвы двигаются вверх. Попадая на нагретую солнцем поверхность, они высыхают, оставляя после себя соль. Высокое содержание солей не может выдержать большинство растений, поэтому здесь растут только солянки и другие устойчивые к засолению почв виды. Солончаки больше всего распространены в пустынях, но



Солончаки и солонцы формируются в условиях сухого климата. Однако бывают случаи, когда они появляются и в тайге. При добыче нефти на поверхность из скважин выливаются сопутствующие нефти рассолы с очень высоким содержанием в них солей натрия. При этом затапливаются большие площади. После высыхания на поверхности образуется солончак, но через несколько лет дожди промывают почву, и он исчезает, а на его месте образуется солонец с большим содержанием натрия в горизонте вмывания. Солонец плохо проницаем для воды и мешает вымыванию натрия. В тайге, там, где добывают нефть, солонцы стали частым явлением.■

При орошении в сухом климате очень часто наблюдается процесс, который называется вторичным засолением. Вначале орошаемая почва дает хороший урожай, но со временем часто превращается в солончак. Вторичное засоление было известно уже 5 тыс. лет назад. В древних мифах народов долины Тигра и Евфрата — шумеров и вавилонян – оно представлялось в виде дракона. На орошаемые поля выводили рабов, которые вручную собирали соль с поверхности. Почему же образуется этот страшный солончак? Дело в том, что если бесконтрольно поливать почву, то постепенно происходит подъем уровня грунтовых вод, из которых по порам соли могут достичь поверхности и превратить почву в солончак.■

могут встречаться и в степях, а также в зоне влияния морских солей, вплоть до Арктики и Антарктиды.■

Солонцы — это почвы, в которых легкорастворимых солей вообще может не быть. Несмотря на то что эти почвы распространены в сухих областях, южнее черноземов, у них, как и у таежных подзолистых почв влажного климата, есть горизонты вымывания и вмывания. Горизонт вымывания — светлый сухой и «пылящий», если по нему ехать на машине или скакать на лошади. Темно-бурый горизонт вмывания — это горе для почвоведов, потому что он такой плотный, что его с трудом можно прокопать лопатой. Ниже в профиле солонцов располагаются карбонатный и гипсовый горизонты. Для того чтобы образовались такие почвы, в породе изначально должно быть много солей натрия, глубоко залегающие грунтовые воды и весенний период промачивания. У натрия есть способность активизировать движение глинистых частиц в почвенном растворе и формировать горизонты вымывания и вмывания. Если климат становится влажнее, то натрий может быть полностью вымыт из почвенного профиля. При разрушении плотного горизонта вмывания из солонцов получаются солоди.■

В солодях по сравнению с солонцами более мощный белесый горизонт вымывания, не такой плотный горизонт вмывания бурого цвета, уже нет гипсового горизонта, а карбонатный может быть глубже. Солоди часто формируются в широких, но мелких западинах рельефа в равнинных степях и лесостепях. Как солонцы, так и солоди встречаются на территории от мерзлотных областей Центральной Якутии и Канады до субтропиков и тропиков с засушливым климатом.■

Почвы песчаных побережий – будь то в тропиках или в Арктике – похожи как две капли воды.



Если жизнь вышла из океана и постепенно покорила сушу, то земледелие началось с речных долин и постепенно захватило 11% всей поверхности суши. Ранние свидетельства земледелия отмечены в Передней и Средней Азии, на Балканском полуострове, в Закавказье — 6 — 8 тыс. лет назад. Первыми почвами, которые осваивал человек, были аллювиальные. Такие почвы обрабатывались и позже — 4 — 5 тыс. лет назад, в долинах Тигра и Евфрата и в долине Нила. На аллювиальных почвах создавались первые системы поливного земледелия. Даже сейчас на картах распространения типов сельского хозяйства или на картах плотности населения видно, как в неблагоприятных почвенных условиях, будь то жаркая пустыня или холодный и влажный север, человек осваивал землю, и в первую очередь почвы долин рек. И только потом он вышел из долин на просторы равнин.■

Почвы городов — еще один тип незональных почв. Они занимают все большую и большую площадь. Почвы городов очень разные, и зависят они не от исходных почв, на которых построены города, а от использования их. Почвы дорог «запечатаны» асфальтом, влага туда почти не проникает. В центральных частях старых городов почвы чем-то напоминают аллювиальные — такой же рост вверх из-за накопления строительного мусора, щебенки дорог, древесины. Их мощность может составлять несколько метров. Если засыпают старую свалку и строят сверху дома, то жить в таких домах небезопасно. Из глубины засыпанной свалки, где без доступа кислорода разлагается старый мусор, часто выделяется ядовитый газ метан. Бывали случаи, когда в домах над старой свалкой погибали жильцы.
Иногда в старинных городских парках могут сохраняться естественные почвы, каких уже не встретишь в пригороде, где все распахано.■

На поверхности вертисолей, или слитых почв, часто возникает микрорельеф, похожий сверху на пчелиные соты. Весной понижения заполнены водой, но летом они полностью высыхают.

Дерново-карбонатные почвы (или рендзины) имеют темный гумусовый горизонт. Их появлению в совершенно разных климатических зонах способствовали плотные карбонатные породы. В умеренных широтах эти почвы наиболее сильно отличаются от своих соседей, но встречаются они и в полярных областях, и в субтропиках, и в тропиках.■

Пойменные (аллювиальные) почвы играли чрезвычайно важную роль в жизни человека с древних времен и до наших дней. Пойменные почвы образуются в речных долинах в результате периодического затопления в сезон дождей или таяния снегов и ледников в горах, когда с этими водами намываются частицы почв и горных пород. Эти почвы, как правило, более плодородны, чем окружающие их зональные почвы. Пойменные почвы не страдают от недостатка влаги и накопления вредных солей, как зональные почвы сухих областей, и от такого вымывания питательных элементов, как типичные почвы влажных областей. Во многих аллювиальных почвах накапливаются «сливки» гумусовых горизонтов из окружающих речные долины почв.
Особенностью почвенного профиля аллювиальных почв является слоистость — чередование гумусовых горизонтов и горизонтов песчаных или суглинистых речных наносов. Причем чем дальше от русла реки, тем слоистость видна хуже, а на удалении образуются уже неслоистые аллювиальные почвы с зернистым гумусовым горизонтом, похожим на горизонт черноземов в пойменных почвах рек даже лесной зоны. В поймах много также аллювиальных болотных и глеевых почв.■

Вулканические почвы – еще одна группа «непослушных» почв. Они формируются в тех районах, куда время от времени падает вулканический пепел от извержения вулканов (Камчатка, Курилы, Япония, Индонезия, Исландия, некоторые районы Кордильер, Анд, многие острова Тихого океана). Вулканические почвы отличаются слоистостью и «легкостью» из-за очень большого количества пор в вулканическом пепле, как в пирожном безе. В экваториальном поясе земледельцы очень любят осваивать эти почвы, потому что в них намного больше питательных веществ,





Река откладывает наносы в поймах, поэтому пойменные почвы часто бывают слоистыми.

чем в соседних красно-желтых сильно выветрелых почвах. Некоторые вулканические почвы с мощными гумусовыми горизонтами – это самые плодородные почвы мира; они обладают еще лучшими свойствами, чем черноземы.■

«Почвы-амфибии» – очень своеобразные незональные почвы. Они формируются в зоне воздействия морских приливов и отливов. В отличие от обычных аллювиальных почв, заливаемых пресной водой, в почвах маршей (низменные побережья умеренных широт, типичные для Нидерландов, ФРГ, Дании и др.) и мангров (заболоченные побережья приливной зоны в тропиках) большую роль играет соленость морской воды, и в первую очередь содержание в ней солей серной кислоты — сульфатов. Сульфаты в условиях недостатка кислорода превращаются в сульфиды и выпадают в осадок, соединяясь с элементами железа и алюминия, выносимыми реками. Во время обсыхания прибрежных почв сульфиды железа и алюминия окисляются до сульфатов, в результате получаются соли слабых оснований и очень сильной серной кислоты. Как мы знаем из химии, благодаря гидролизу реакция таких солей в растворе такая сильнокислая, что не выдерживают многие материалы. Вот почему при строительстве дамб и последующем откачивании морской воды в процессе отвоевывания у моря прибрежных земель приходится сыпать очень много извести для нейтрализации этих сильнокислых почв. Так, например, это делают в Голландии.■



Вулканы выбрасывают в воздух, а потом и на окружающие почвы миллионы тонн пепла. Так образуются вулканические ландшафты и вулканические почвы.

Самые распространенные по площади незональные почвы на Земле после болотных — это почвы переменно-влажных областей. Они формируются на тяжелых глинах, где самым важным компонентом почвообразования служит минерал с устрашающим названием монтмориллонит. Этот глинистый минерал обладает способностью сильно набухать при намокании и съеживаться при высыхании. Чередование влажных и сухих периодов приводит к образованию широких трещин внутри этих почв, в которые в сухой период засыпается мелкозем. Во влажный период он разбухает, и в профиле этих почв возникают очень сильные напряжения. Почвенный материал начинает корежиться и двигаться из-за неравномерного намокания и набухания. В таких условиях даже первоклассные автомобильные дороги покрываются ухабами и выбоинами и требуют постоянного ремонта. В международной классификации эти почвы называют **вертисоли** — «вертящиеся» почвы, поскольку материал верхних горизонтов из-за сильных напряжений набухания постепенно перемешивается, совершая обороты сверху вниз и снизу вверх. За необыкновенную монолитность в сухом состоянии у нас их называют **черные** и **серые слитые**. Больше всего таких почв в тропиках и субтропиках, а в России они встречаются на Северном Кавказе.■



Представим себе, что вся почва в результате каких-нибудь ужасных потрясений вдруг перестала быть плодородной. Сможет ли в этом случае выжить человек? При нынешнем развитии производства и технологии – нет. Ведь без почвы урожай можно получать только с помощью гидропоники — технической системы, когда корни растений высасывают питательные вещества из раствора. (Кто-то из вас, может быть, выращивал на подоконнике зеленый лук, держа луковицу в банке с водой. Это и есть простейший вариант гидропоники.) Для поддержания таких систем требуется очень много энергии и ресурсов, которых сегодня не хватит, чтобы прокормить человечество.■

Сейчас считается, что жизнь на Земле зародилась в океане и попала на сушу спустя миллиарды лет. Однако до сих пор неизвестно, так ли это. Ведь организмы в океанических осадках просто могли сохраниться лучше, чем в примитивных почвах суши, которые без защиты корней высших растений и гумуса смывались в моря. Появляется все больше интересных данных при изучении почвенных организмов, которые помогут по-новому объяснить эволюцию жизни на Земле.■



Почва — это среда обитания мириадов организмов. В этом — одна из ее главных ролей в жизни Земли.

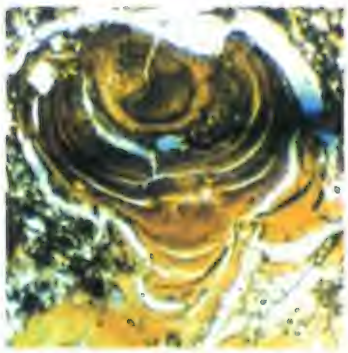
Роль почвенного покрова в жизни Земли

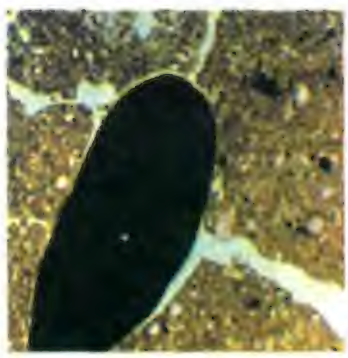
Когда речь заходит о почве, обычно первое, о чем мы думаем, — это о ее плодородии. Действительно, способность почв поддерживать жизнь на Земле – самое главное ее свойство. Однако только этим не ограничивается роль почвенного покрова в жизни нашей планеты.

В наше время, когда человек активно вмешивается в глобальные природные процессы, пожалуй, одним из главных свойств почвенного покрова является его способность противостоять загрязнению, которое ему наносит человечество. Почвенный покров, как настоящий богатырь-защитник, принимает на себя основной удар от загрязнения кислотными дождями, тяжелыми металлами, гербицидами и пестицидами — химическими средствами борьбы с сорняками и сельскохозяйственными вредителями, старается их нейтрализовать, задержать в себе, не дать им попасть в культурные растения, которые мы едим, и в воду, которую мы пьем. И еще одно важнейшее свойство – почвенный покров регулирует содержание газов в атмосфере: при помощи организмов, обитающих в нем и на нем, поглощает часть углекислого газа, который человек, сжигая топливо, миллиардами тонн каждый год выбрасывает в атмосферу. Так почвы защищают Землю от «парникового эффекта» и потепления климата. Однако плодородие почвенного покрова, защита растений и вод от загрязнений и нежелательных климатических изменений в первую очередь необходимы нам, людям! Между тем значение почвенного покрова в жизни Земли не только в этом. Почвенный покров Земли очень важен для биосферы, гидросферы, атмосферы и литосферы.■

Для биосферы почва — хранитель семян, в том числе и семян растений далекого прошлого, которые тысячи лет могут ждать благоприятных условий, чтобы взойти. Велико значение почвы и для сохранения разнообразия животных на нашей планете. В почвенном теле проживают тысячи видов различных организмов, особенно микроорганизмов и







Почва — «фабрика глин» для литосферы. Эти мельчайшие глинистые частички, которые порой неразличимы даже под микроскопом, имеют колоссальное значение для жизни Земли. Именно на их поверхностях задерживаются загрязняющие вещества, именно они очищают поверхностные воды.

Сильные ветры могут поднимать в воздух тысячи тонн песка и пыли в тех местах, где поверхность почв не покрыта растительностью, — в пустынях, горах, на дне соленых высохших озер, на обширных распаханных полях. При пыльных бурях почвенные частицы поднимаются на высоту до 3 км и переносятся на расстояние 200 — 400 км. Если особо сильные пыльные бури встречаются с лесополосой, то около нее может образоваться огромный вал высотой до 2 м и шириной до 10 м. Часть почвенных частиц, поднимаясь в высокие слои атмосферы, переносится на тысячи километров (например, из пустыни Сахары в Европу). Выпадая из атмосферы, почвенный материал может засыпать целый город. Так случилось с Троей.■

беспозвоночных. Некоторые млекопитающие, например кроты, могут жить и питаться только в почве. Следовательно, для биосферы роль почвы как генетического банка очень велика.■

Для гидросферы — вод рек, озер, морей и океанов — почва тоже очень важна. Почвенный покров, как большая губка, впитывает в себя влагу дождей и талого снега, а затем потихоньку отдает ее как растениям, так и ручьям и рекам, т. е. почва выступает в роли регулятора гидрологического режима рек. Без этой способности почв в средней полосе России, например, почти каждое лето были бы засуха и обмеление рек, а каждую весну — «всемирный потоп». Однако почвенный покров регулирует не только количество воды, отдаваемое рекам и озерам, но и ее качество. Почва задерживает загрязняющие вещества, обогащает поверхностную воду минеральными солями, делая ее пригодной для питья. Попробуйте на вкус дождевую воду, а потом воду из ближайшего естественного источника — и вы почувствуете, насколько дождевая вода хуже. Вода без минеральных солей вредна для живых организмов, в том числе и для человека, потому что она растворяет и вымывает соли самого организма.■

Для атмосферы почва — регулятор газов, о чем мы уже говорили выше. Кроме того, почва сильно влияет на тепловой баланс Земли. Из физики мы знаем, что черное тело тепло поглощает, а белое отражает. Значит, распаханные черноземные поля сильно впитывают солнечное тепло, а каменистые россыпи светлых кварцевых или сланцевых пород активно его отражают. Такие почвенные горизонты, как торфяные, при охлаждении удерживают тепло в почве (т. е. выполняют роль шубы), а при нагревании не дают прогреваться глубоким почвенным горизонтам (т. е. выполняют работу оболочек холодильника). Почва — это также «поставщик» пыли в атмосферу. Пыль, отражая солнечные лучи, влияет на тепловой баланс планеты. Если вдруг огромные массы почвенных частиц в результате какого-нибудь катаклизма (удара крупного метеорита, ядерной войны) поднимутся в атмосферу, то для нашей планеты может наступить долгая «зима».■

Для литосферы почва — это «фабрика глин». Именно в почве плотные горные породы под воздействием атмосферы и организмов разрушаются, превращаясь в глинистые и песчаные частицы. Глины, так же как и песок, накапливаются в морских бассейнах и в период активизации глубинных процессов Земли и формирования гор опять оказываются на поверхности в виде сланцев и песчаников. Поэтому многие плотные породы, которые мы называем горными, состоят из частичек, которые успели когда-то побывать почвой. Почва — это щит, предохраняющий поверхность от сильной эрозии. В процессе почвообразования и накопления гумуса в почве создается прочная зернистая и комковатая структура, которая мешает воде и ветру разрушать поверхность.■

Пыльная буря — это миллионы тонн почвенных частичек, поднятых в воздух ураганами и торнадо.



Почвы и человечество

Живя в крупном городе, к которому примыкают поля и луга, или в южном сельском районе, можно подумать, что человек успел освоить почти все почвы. На самом деле это не так. Активно освоено, т. е. распахано и пашется в настоящее время чуть более 11% всего почвенного запаса планеты. Приблизительно 15% суши заняты пастбищами и лугами, около 3% почв «запечатано» под городами, дорогами, карьерами. Остальные 70% суши — это леса (некоторые почвы под ними нарушены машинами при вырубке леса), тундры, горы и т. д. Следовательно, почвенные резервы на нашей планете очень большие. Для распашки еще пригодно около 13% площади всей суши, а это размер нашей России — самой большой по площади страны планеты. Однако вряд ли в ближайшее время этот резерв будет использован. Человек не будет осваивать почву далеко от дома. Он лучше отвоюет ее у моря и болота или умудрится выращивать свой урожай на склонах гор.

Человечество осваивает почву уже несколько тысяч лет. На протяжении долгого времени сельскохозяйственные культуры выращивались на почвах речных долин и на небольших участках, отвоеванных у леса, и только лет 300 назад люди стали активно распахивать почвы степей, прерий и саванн. Эти плодородные почвы давали хорошие урожаи, поэтому в лесной зоне полей постепенно становилось все меньше. Всего 150 лет назад начали активно использовать минеральные удобрения и только последние 50 лет применяют сложные химические вещества для борьбы с сорняками и вредителями (гербициды и пестициды).

Надо заметить, что проблемы использования почв у человека начались с момента их освоения. Дело в том, что почти сразу люди пытались почву улучшать и создали оросительные системы. И сразу же из-за избытка полива возникли процессы вторичного засоления почв, превратившие поля междуречья Тигра и Евфрата в пустыню. Однако на протяжении истории были и есть положительные примеры взаимоотношений человека и почвы. Так что же человечество делает почвам во благо и что во вред?

Внося органические и минеральные удобрения, человек повышает плодородие почв, а потому многие почвы, особенно «огородные», куда попадает большое количество удобрений, даже во влажном климате лесной зоны по своему строению напоминают теперь настоящие черноземы. Правильно осушая и орошая почвы, люди повышают плодородие почв и увеличивают разнообразие почвенных животных. Тот же положительный эффект достигается при нейтрализации повышенной кислотности почв, когда добавляется известь, или при уменьшении щелочности солонцовых почв, когда применяют гипс.

Если вам когда-нибудь удастся побывать в теплой горной стране, то обратите внимание на горные склоны, которые из самолета кажутся какими-то морщинистыми. С близкого расстояния видно, что все эти склоны покрыты мелкими террасами высотой 1 — 2 м и шириной в несколько метров. Террасирование позволяет использовать довольно крутые склоны гор для выращивания урожаев. Иногда в таких условиях культивируют даже рис, который требует очень большого количества воды. Снизу подают воду и льют ее на плоские поверхности террас.■



Человек изменяет рисунок почвенного покрова, создавая свой, который по форме напоминает геометрические фигуры.

Для того чтобы в земледелии использовать склоны, человек придумал террасы, насыпав на них почвенный слой.





За столетия внесения удобрений и пахоты даже исходно лесные почвы приобретают облик черноземных. Так выглядят культурные пахотные почвы в Нидерландах.

Человек нарушил глобальный круговорот углерода, сжигая миллиарды тонн топлива каждый год. Однако доля выброшенного углекислого газа в результате сжигания составляет приблизительно 6 — 10% общего количества этого газа, «выдыхаемого» почвой и растительностью. Однако даже такая небольшая добавка способна изменить климат. Потепление может увеличить выброс углекислого газа из почв, что еще сильнее изменит климат. В глобальном масштабе человеку состязаться с почвой тяжело, но его «победа» может обернуться катастрофой для планеты.■

Все больше и больше почв каждый год оказывается под асфальтом городов и дорог, т. е. как бы находится в плену у человека. Происходят ли какие-нибудь изменения с такой «запечатанной» почвой? Да. В ней нарушается водный и тепловой режим. Через асфальт почти не просачивается, но почти и не испаряется влага. С асфальта дорог зимой убирают снег – прекрасный теплоизолятор, поэтому почвы дорог сильно промерзают зимой. В почве под асфальтом становится меньше беспозвоночных.■

Иногда человек как бы подправляет природу, высеивая травы и высаживая даже деревья на движущихся песках (дюнах) и осыпающихся крутых склонах, пытаясь тем самым приостановить деградацию земель и приумножить защитный покров растительности.■

К сожалению, список отрицательных примеров воздействия людей на почву намного длиннее положительного. Наша планета сейчас переживает так называемый «тихий кризис» — деградацию почв, которая не всегда и не сразу бросается в глаза.

Две самые страшные проблемы возникли в результате воздействия человека на почвы — проблемы эрозии и загрязнения. Эрозия, или смыв почв, при распашке полей увеличилась более чем в 10 раз по сравнению с естественным смывом почв под растительностью. Вследствие эрозии ежегодно почва теряет 760 млн. т гумуса, а за всю историю человек уничтожил 16% первоначального запаса органического вещества в почвах Земли. Загрязнение активнее всего проявилось в последние 50 лет. Это опасный симптом прежде всего потому, что природа еще не научилась бороться со многими загрязняющими веществами.■

Так ли уж мрачно будущее почвенного покрова? Надеемся, что нет. Достижения современной науки, выведение новых урожайных сортов («зеленая революция»), генная инженерия, позволяющая максимально полно использовать питательные вещества при выращивании урожаев и скота, могут сократить площади полей, оставив почвам возможность развиваться под лесами, лугами и степью. Современные технологии, добавление полимерных веществ улучшат структуру почв и снизят эрозию почв. Правильное применение на практике научных знаний уменьшит отрицательные последствия осушения и орошения почв. Все более чистыми, не оставляющими вредных веществ в почве становятся гербициды и пестициды. А принятие более строгих природоохранных законов поможет снизить промышленное загрязнение почв.

В общем судьба почвенного покрова, как и всей природы Земли, находится в руках людей. Надо надеяться, что человек сделает все от него зависящее, чтобы сохранить докучаевское «четвертое царство» на нашей планете.■



Ландшафты планеты и их состояние

Окружающий мир предстает пред нами в виде бесконечно разнообразных «картин природы». За каждой из них скрывается элементарная частичка так называемой ландшафтной, или географической оболочки, которая охватывает весь земной шар и в которой, собственно говоря, обитает человек и все остальные живые существа. За этими частицами в науке и в повседневной речи укоренилось название «ландшафт» немецкого происхождения – дословно «местность».

Всякий ландшафт – весьма сложное образование, состоящее в свою очередь из ряда компонентов. Кроме видимых – растений, строений, животных, водных объектов, в них входит постоянно осязаемая – воздушная среда, или атмосфера. Есть также и невидимые, скрытые от глаз составные части ландшафта – почвы и горные породы, которые лежат в основе окружающего мира, но заметны лишь когда образуют неровности – формы рельефа.

Ландшафты бесконечны в своем разнообразии. По размерам они образуют иерархическую лестницу, где меньшие, «младшие», входят в состав и «подчиняются» более крупным. Но они не существуют сами по себе. Повсеместно и постоянно движутся энергетические потоки, которые связывают отдельные ячейки природы в единое целое.

Географическое пространство делится прежде всего на сушу и воды. Хотя последние занимают чуть ли не в два раза большую площадь, для человека, конечно, важнее и ближе суша. Она же заметно разнообразнее в своих ландшафтах.

В Европе много равнин на севере и востоке, гористый юг. Циркуляцию атмосферы определяют две «теплоцентрали» – Северо-Атлантическое течение и Средиземное море и, как следствие, очень теплый для Северного полушария климат и благодатный для освоения земли. Европа – давно и плотно заселенная часть света. Здесь постепенно переплелись, пожалуй, все известные экологические проблемы: вырубка лесов, распашка степей, урбанизация, дороги, промышленные выбросы в реки, атмосферу и многое другое. Но Европа – пионер и лидер в восстановлении и охране природы.

Азия – самая большая и высокая часть света. Для нее характерен очень контрастный климат: резко континентальный в центральных районах, муссонный на юге и востоке, пустынный на юго-западе. В Азии можно найти весь набор географических поясов – от полярных пустынь до экваториальных лесов. Выделяются крупные регионы, имеющие свою индивидуальность: Сибирь; Ближний, Средний и Дальний Восток; Передняя, Средняя, Центральная, Южная и Юго-Восточная Азия. Это самая населенная часть света, здесь сочетаются перенаселенные и безлюдные пространства. Колыбель цивилизации: длительность освоения обусловила глубокое преобразование ландшафтов плодородных равнин, террасированных склонов гор, деградацию лесов.

Северная Америка сильно вытянута по меридиану. Сочетание гористого запада и равнинного востока приводит к тому, что некоторые климатические пояса и географические зоны расположены аномально – с севера на юг. Материк стал осваиваться сравнительно недавно, но стремительное продвижение европейских переселенцев на Дикий Запад сопровождалось местами почти полным уничтожением коренных жителей и дикой природы. Невиданная по масштабам индустриализация сопровождается массой экологических проблем.

Несмотря на довольно скромные размеры, Южная Америка располагает величайшим по протяженности горным поясом и крупнейшей низменностью. Это еще и самый влажный материк, здесь находится обширнейший массив тропических лесов и самая большая в мире река. Южная Америка интенсивно осваивается со времени Великих географических открытий, но заселена относительно слабо, в основном по побережьям и некоторым горным районам, где существовали доколумбовы цивилизации.

Африка занята в основном плато, плоскогорьями и нагорьями, обрывающимися крутым уступом к океану. Над ними возвышаются одинокие, большей частью вулканические вершины. Это самый жаркий материк. Гигантские пустыни сочетаются с саваннами и тропическими леса. Необычайно богат и разнообразен животный мир, особенно характерны для него крупные млекопитающие. Африка заселена неравномерно. Тяжелое наследие колониального прошлого и экономическая отсталость вызывают многочисленные экологи-

ческие проблемы, и среди них опустынивание, эрозия, эпидемии, вырубка лесов и истребление диких животных.

Австралия – самый маленький и низкий материк: высокие равнины здесь сочетаются с плато и низкогорьями. Очень сухой климат обусловливает преобладание пустынь и сухих саванн, для которых характерна эндемичная флора и особенно фауна. Австралия заселялась преимущественно в XX в., освоена весьма незначительно, но европейские колонизаторы завезли чуждые виды животных и растений, которые нарушили естественный экологический баланс ландшафтов материка.

Ледяной материк Антарктиды – самый высокий (по средним значениям), самый холодный на Земле... огромный купол изо льда, почти полностью скрывает под собой «настоящие» горы и равнины. Сильнейшие ветры на побережье сочетаются со штилевой областью в центре материка. На берегах редкие антарктические оазисы со скудной растительностью и стаи пингвинов. Заповедный материк сохранил первозданную природу, он не принадлежит ни одному государству, не имеет населения.

Природа не всегда безобидна и время от времени насылает на человека стихийные бедствия. Каждая оболочка планеты, каждый компонент ландшафта таит в себе угрозу. Землетрясения порождаются внутренними оболочками, но их разрушительное действие проявляется далеко не повсеместно, в основном в подвижных зонах земной коры. В них же чаще всего происходят и извержения вулканов – еще одно чудовищное выражение энергии недр Земли. По склонам движутся медленно – в виде оползней или быстро – в виде обвалов и осыпей целые «горы» породы, погребающие под собой плодородные земли и целые поселки.

Атмосфера преподносит «букет» опасностей и стихийных бедствий, которые могут поразить практически любой уголок планеты. Это морозы и засухи, ураганы, молнии и градобития и многое другое. Окружающее Землю космическое пространство тоже насылает на нас напасти. Негативное воздействие магнитных бурь приходится ощущать регулярно. Очень редко, зато с катастрофическими последствиями, с неба «обрушиваются камни» – это означает, что пересеклись траектории Земли и какого-то из малых космических тел, что в изобилии движутся в околосолнечном пространстве.

Реки выходят из берегов и устраивают настоящие потопы местного значения. Океаны штормят и обрушивают на берега огромные волны цунами. По морям ходят ледяные горы – айсберги, угрожающие судам. Движущиеся морские льды надвигаются на берега и раздавливают попавшие в их плен корабли и лодки.

Почва как бы сама активно угрозу не представляет, но ее разрушение, деградация и тем более уничтожение вдвойне катастрофичны для человека, так как подрывают основы его существования. А здесь и эрозия, и пыльные бури, и засоление в результате неумеренного полива полей.

Живые обитатели Земли тоже вносят свою лепту в круг природных опасностей. Самыми впечатляющими из них можно, пожалуй, назвать пожары. Не меньший, а может, и больший вред наносят массовое размножение вредителей сельского хозяйства, массовые вспышки болезней животных и растений. С развитием техники, особенно авиационной, серьезной проблемой стали так называемые биопомехи.

Человек с самого начала своей хозяйственной деятельности стал наносить урон природе Земли и тем самым ухудшать окружающую среду. Сначала не без его помощи исчезли с планеты некоторые крупные животные, служившие предметом охоты и источником питания. Затем пришла очередь лесов, которые сводились при очистке земель под пашни и пастбища, вырубались на дрова и строительный материал.

Природа отреагировала усиленной эрозией, пыльными бурями, опустыниванием гор и саванн. Индустриальное общество добавило многочисленные свалки, карьеры, военные полигоны. Отходами производства и вредными веществами стали отравляться практически все доступные человеку оболочки планеты. Достается атмосфере и почве, океанам и ледникам. Непригодными для потребления стали воды многих рек и озер.

Человек пытается оправдать свое видовое название «разумный» и начинает защищать природу от самого себя. Работа ведется в разных направлениях. Это и создание безопасных технологий, и законы, наказывающие отравителей окружающей среды, и экологическое образование, и международные проекты. Создана разветвленная природоохранная сеть: заповедники, национальные и природные парки сейчас можно встретить в большинстве стран мира.■

НАШИ ЗЕМНЫЕ ДОМА – ЛАНДШАФТЫ

Ландшафт — слово немецкое, означающее местность. В русском языке оно появилось в начале XVII в. и долгое время употреблялось лишь для обозначения особого жанра живописи, предметом изображения которого была природа (сейчас подобный жанр называют французским словом «пейзаж»). В течение XIX в. слово «ландшафт» постепенно входит в научную литературу, но долгое время оно еще использовалось в основном при описании различных форм рельефа и закономерных группировок этих форм (например, дюнный ландшафт, холмистый, моренный, равнинный, долинный и т. п.).

Первое научное определение ландшафта как основного объекта, изучаемого географией, в русской науке принадлежит академику **Л. С. Бергу** (1876 – 1950). Как признавался сам ученый, огромное влияние на него оказали идеи великого почвоведа В. В. Докучаева о природных зонах. В. В. Докучаев никогда не использовал термин «ландшафт», но первым обосновал закон широтной и высотной зональности природных явлений.■

Для нас, людей, мир в обычном понимании состоит из двух начал: во-первых, из нас самих — живых существ вида «человек разумный» (Homo sapiens), а во-вторых, из окружающей нас земной среды, которая служит нам домом, где мы проживаем.

Всем известно выражение «Наш дом — планета Земля». Однако если говорить точнее, то адрес проживания человечества, т. е. непосредственный его дом, – всего лишь крошечная часть земного пространства. Она представляет собой очень тонкую (измеряемую первыми километрами), насыщенную жизнью пленку, которая окутывает практически всю поверхность чудовищно огромного по сравнению с ней земного шара. И вот здесь, и только здесь, в условиях относительно низких температур и давлений, как результат теснейшего взаимодействия живой и неживой природы, появился некогда *Homo sapiens* — «человек разумный», сформировалось человечество и сложилась современная цивилизация. В биологии и экологии эту пленку называют **современной биосферой**, или **экосферой**, а в географии — **ландшафтной сферой**. Поясним на примере.

Продвигаясь на машине или на поезде по поверхности суши, например где-нибудь в Подмосковье, и наблюдая быстро сменяющиеся и поначалу как будто не похожие друг на друга «картины природы» (так назвал такие участки суши великий географ XIX в. А. Гумбольдт), мало-помалу начинаешь понимать, что, во-первых, картины сменяются не беспорядочно, во-вторых, многие из этих картин периодически повторяются. Сначала, например, долго тянется сплошь распаханная скучная полого-волнистая равнина, затем, радуя глаз, появляются мелкие и крупные холмы, поросшие сосняком, за ними неожиданно возникает просторная луговая пойма с извилистым руслом реки, вдоль которого тянется лента ольшаников и ветел, а дальше вновь унылая полого-волнистая распаханная равнина. Вдруг на равнине вырастает частокол густого березняка, а потом снова луговая пойма и т. д.



Северотаежные ландшафты в зоне многолетней мерзлоты перенасыщены влагой и зачастую представляют собой сочетание обширных озер и лесных массивов.

Такие чередующиеся в пространстве, зримо и обычно отчетливо обособленные, внутренне однородные и периодически повторяющиеся по ходу движения «картины природы» называют в географии **ландшафтами**. Более маленькие и простые ландшафты как бы объединяются в более крупные и сложные (но тем не менее сохраняющие единство внешнего облика), а эти в свою очередь — в еще более крупные и т. д.

Вся поверхность суши, повсеместно пронизанная движущимися потоками вещества и энергии и как бы стянутая в единое целое напряженной деятельностью живых организмов, включая человека, для географа представляет собой мозаику разнообразных по облику и размерам ландшафтов. Подобная ландшафтная сфера продолжается на акваториях озер, морей и

океанов, где представлена особыми аквальными ландшафтными образованиями. Однако основными земными домами человека являются ландшафты суши, тщательное исследование и всестороннее обустройство которых — главный смысл деятельности географа-ландшафтоведа.■

Представление о ландшафте стало основополагающим понятием географической науки в начале XX в. Предыдущий XIX в. был временем бурного развития, разделения и обособления наук о Земле и человеке. Именно благодаря этому окончательно оформились в самостоятельные научные дисциплины многие отрасли естествознания, изучающие поведение и распространение на земной поверхности особых, своеобразных по вещественному составу природных тел и явлений — природных компонентов. Таковы горные породы и образованные ими формы рельефа (их изучают **литология** и **геоморфология**), воздушные массы и атмосферные явления (**метеорология** и **климатология**), поверхностные и подземные воды (**гидрология** и **гидрогеология**), льды и мерзлые породы (**гляциология** и **мерзлотоведение**), почвы и коры выветривания (**почвоведение** и **геохимия**), сообщества растений и животных (**геоботаника** и **зоогеография**).

Одновременно с накоплением и систематизацией в географии знаний об особенностях размещения, поведения и видового разнообразия природных компонентов в науках геологического цикла оформлялись обобщенные представления о длительном, поэтапном развитии лика Земли, а в биологических науках — дарвиновская теория эволюции органического мира. Кроме того, благодаря развитию физики немалые успехи были достигнуты в изучении таких «невидимых» энергетических природных компонентов, какими являются сила тяжести (**гравитация**), солнечное излучение (**инсоляция**), тепловые потоки (**термика**). Перечисленные достижения науки XIX в. позволили уяснить сущность сложных взаимосвязей между компонентами живой и неживой природы, непрерывно возникающих и протекающих в каждой точке земной поверхности.

На этой научной основе и было выдвинуто представление о ландшафтах как об определенных (малых или больших) участках поверхности Земли, где подобное взаимодействие относительно однородно и потому такие участки отличаются друг от друга.■



В ландшафтах смешанных лесов под пологом елей растут клены и вязы, а в богатом травяном покрове — папоротники и разнообразные цветковые растения.



Обитатель лесных ландшафтов.

Исторически сложилось так, что наряду с термином «ландшафт» употребляются и другие определения: «природно-территориальный комплекс», «геокомплекс», «ландшафтный комплекс», «геосистема».■

Вершины высоких скалистых гор обычно покрыты снегами и ледниками, ниже располагаются альпийские луга, а еще ниже — хвойные леса.

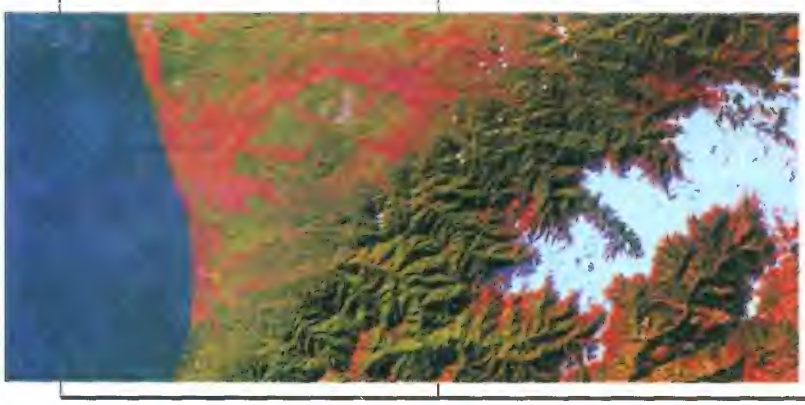


Природный ландшафт обладает двумя важнейшими свойствами. Одно из них — **внутренняя связанность ландшафта**, обусловленная теснейшим взаимодействием входящих в него природных компонентов. Изменение состояния одного какого-либо компонента вызывает в ландшафте цепные реакции в виде иногда быстрых, иногда растянутых во времени перестроек всех связей и взаимодействий между всеми компонентами.

Другое важнейшее свойство ландшафта — его **подвижная равновесность**. Оно выражается в том, что вызванные внешними воздействиями цепные реакции между компонентами в принципе направлены на восстановление состояния, изначально присущего ландшафту, на сохранение его «привычной» структуры и режима деятельности. Соотношения степеней внутренней связанности и подвижной равновесности отдельного ландшафта определяют характер его природной устойчивости, т. е. его способность сохранять собственную структуру и сложившийся режим функционирования в условиях внешних воздействий.■



Чайные плантации на склонах холмистых предгорий — характерный антропогенный ландшафт Абхазии.



Колхидская низменность, обрамленная горными отрогами Большого Кавказа (с севера) и Малого Кавказа (с юга), давно освоена человеком; некогда болотистые субтропические леса повсеместно замещены здесь сельскохозяйственными угодьями.

Любому отдельному ландшафту присущи:

свой особый, устойчиво сохраняющийся во времени набор природных компонентов, или свой **состав**;

свое постоянное место, четко очерченное естественными границами и характеризующееся специфическим рельефом поверхности (своя **территория**);

свое особенное размещение среди других, соседних — ближних или дальних, участков (своя **позиция**, или свое **географическое положение**);

свой, не похожий на других внешний облик (своя **наружность**, или **физиономия**);

свое сложное и оригинальное внутреннее строение (своя **структура**);

своя, отличающаяся от других участков «манера поведения» всех природных компонентов (своя **динамика**, или свой **режим функционирования**);

своя собственная родословная (свой **генезис**, т. е. происхождение);



Обширная дельта Дуная состоит из двух контрастных по характеру ландшафтных мозаик – приморской, образованной серией береговых валов, и собственно речной.

своя, иногда короткая, измеряемая годами, а иногда очень длительная, охватывающая многие тысячелетия биография (своя **эволюция**, т. е. история развития).

Таким образом, **природный ландшафт** — это обособленное в пространстве сочетание природных взаимодействующих, занимающих строго определенный участок ландшафтной сферы компонентов, объединенных в единое целое.

Своеобразие любого ландшафта создают особенности его компонентного состава, особенности территории, на которой он размещен, особенности его географического положения, внешнего облика, внутренней структуры, динамики идущих в нем процессов и истории его происхождения и развития.

Визуальная обособленность территорий, занятых отдельными ландшафтами, их внутренняя однородность и периодическая повторяемость в пространстве не всегда отчетливо улавливаются с Земли, зато все это крайне выразительно проявляется на аэрофотографических и космических изображениях земной поверхности. В этом случае

мы смотрим на «лица» отдельных, больших и малых, ландшафтов не сбоку (в профиль) и выборочно, а сверху (в фас) и повсеместно, целиком охватывая взглядом всю занимаемую ими территорию.■

Простое перечисление важнейших сторон ландшафта (требующих, конечно, специального изучения) показывает, насколько сложна эта материальная система. Вместе с тем не стоит преувеличивать этой сложности. Ведь каждый из нас на интуитивном уровне в понятие «ландшафт» вкладывает свое понимание в виде множества общепринятых устойчивых словосочетаний родного языка.

Вспомните: когда возникает потребность толково, содержательно различить естественно обособленные части какой-либо местности, любой человек, совсем не отягощенный географическими познаниями, легко сможет охарактеризовать природное своеобразие этих частей. Он скажет: тут — солнцепек, а там — сырой угол; здесь — глухой ельник, а там — светлый березняк; тут — свежий луг, а там — глинистый овраг; здесь — грибной березняк, а там — клюквенное болото и т. д. Все эти и множество других расхожих словосочетаний — не просто формальный адрес отдельных участков территории, а компактная характеристика их ландшафтного своеобразия, связанного с особенностями местного увлажнения, солнечного освещения, рельефа, литологии, биологического круговорота и др. А это означает, что каждый из нас в состоянии интуитивно различить разнообразие ландшафтного устройства территории и учесть это в своей практической деятельности.

Овладение же научными основами ландшафтоведения поможет усовершенствовать наше интуитивное ландшафтное мышление и целенаправленно его использовать.■

Для видового названия современного человека, кроме определения «разумный», предлагалось еще много других: «человек созидающий», «человек играющий», «человек экономический» и др. Все эти названия так или иначе стремятся выразить особый характер взаимодействия человека с окружающей средой. Однако максимально точное определение — это «человек ландшафтный». Действительно, в конечном счете именно характер взаимодействия людей с конкретными «вмещающими» и «кормящими» ландшафтами предопределяет специфику преобразующей деятельности человека.■

Дешифрирование изображений земной поверхности, получаемых с помощью космических аппаратов, — один из важнейших методов изучения современных ландшафтов.



Каждый большой и малый ландшафт имеет свой, иногда прихотливый, иногда бесхитростный узор, а ландшафтный покров территории расстилается перед нами в виде закономерно построенного, сложно орнаментированного ковра.





Растительность альпийского высокогорья.

До сих пор ландшафт рассматривался нами как сугубо природное образование, компоненты которого (их происхождение, строение и функционирование) как бы не зависят от присутствия в ландшафтной сфере человека и его хозяйственной деятельности. Однако современному человеку нет необходимости доказывать, что ландшафтов, состояших из таких «чисто природных» компонентов, в настоящее время на Земле почти не сохранилось.■

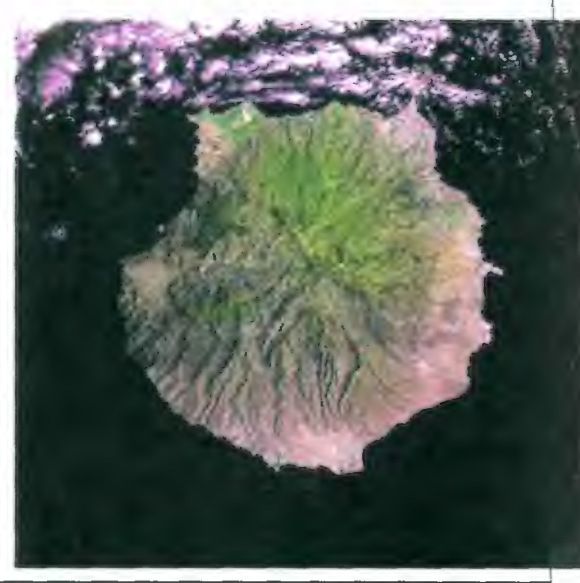


Дюнные ландшафты, напоминающие пустыни, сформированные ветром.

Ландшафтные мозаики

Ландшафты обычно состоят из двух (иногда трех) контрастных по составу этажей-ярусов, природные компоненты которых объединены в основном вертикальными межъярусными потоками вещества и энергии, поддерживающими относительное внутреннее равновесие ландшафтов. Вместе с тем любой ландшафт тесно связан с соседними ландшафтами горизонтальными, пронизывающими его потоками вещества и энергии, которые обеспечивают относительное равновесие с окружающим пространством.

На земной поверхности имеются три основных, резко отличающихся друг от друга слоя распространения ландшафтов, которые приурочены к поверхностям геосфер, контрастных по агрегатному состоянию. Первый слой связан с твердыми поверхностями суши. Здесь сформировались мозаики **наземных ландшафтов**, которые состоят из двух ярусов (атмосферного и литосферного, иногда представленного в виде ледовых масс). Второй, наиболее обширный по площади слой распространения ландшафтов связан с водными поверхностями естественных и искусственных водоемов. В формировании всех поверхностноводных ландшафтов большую роль играет фотосинтез, осуществляемый низшими водорослями. По характеру ярусного строения **поверхностноводных ландшафтов** различают два типа мозаик. Во-первых, **мозаики мелководных ландшафтов**, формирующиеся в пределах всех континентальных водоемов, а также на материковой отмели (шельфе) морей и океанов. Эти ландшафты состоят из трех ярусов (атмосферного, гидросферного и литосферного), причем существенную роль в их образовании играют процессы взаимодействия водоемов и прилегающей суши (волноприбойные процессы, снос материала с суши). Во-вторых, **мозаики надглубоководных ландшафтов**, формирующиеся на водной поверхности морей и океанов за пределами материковой отмели. Подобные ландшафты состоят из двух ярусов (атмосферного и гидросферного), причем слой фотосинтеза в них полностью «оторван» от глубоко расположенного



Остров Гран-Канария из группы Канарских островов имеет четко округленную форму, свидетельствующую о его вулканическом происхождении.

Следы деятельности человека в современных ландшафтах буквально повсеместны. Даже в ландшафтах, весьма удаленных от мест активной хозяйственной деятельности человека, обнаружены в воде, почве и воздухе химические соединения, которые попадают сюда из очагов цивилизации в процессе циркуляции водных и воздушных масс. Хрестоматийный пример: в печени антарктических пингвинов еще в 50-е гг. XX в. были обнаружены следы ДДТ.

В ландшафтах, находящихся в районах начального, или, как принято говорить, «пионерного» освоения, присутствие человека может быть малозаметным. Но и в «нехоженой тайге» можно обнаружить следы пребывания человека. Это охотничьи и оленьи тропы, старые кострища, зимовья, вырубки, а главное, послепожарные гари, тянущиеся иногда на десятки километров. А ведь пожары здесь возникают в подавляющем большинстве случаев по небрежности человека.

В давно освоенных и хорошо обжитых ландшафтах присутствие человека ощущается буквально на каждом шагу. Так, культурные растения образуют простые структуры типа лесопосадок, лесополос, засеянных лугов, живых изгородей и т. д. Другие антропогенные компоненты и структуры лишь отчасти сходны с природными: таковы сады, огороды, пастбища и распаханные поля, терриконы и карьеры, оросительные и осушительные каналы, водохранилища. В составе последних присутствуют различные орудия труда, механизмы и технические устройства.■

дна водоемов. Существенную роль в их формировании играют волновые процессы открытого моря. Наконец, третий слой распространения ландшафтов размещается на твердых поверхностях глубоководного дна водоемов (не только океанов и морей, но и таких глубоких озер, как Байкал и Танганьика). Здесь, ниже мозаики надглубоководных ландшафтов, сформировалась **мозаика глубоководных ландшафтов**, состоящих из двух ярусов (гидросферного и литосферного).

Мозаичные слои распространения наземных и поверхностноводных (мелководных и надглубоководных) ландшафтов разорваны либо на крупные материковые и океанические ареалы, либо на мелкие островные (или, наоборот, акваториальные), которые вкраплены в океанические или, наоборот, в материковые части. Однако полный объем ландшафтной сферы значительно больше, чем тот, который приходится на мозаики наземных и поверхностноводных ландшафтов. В океанах и других глубоководных водоемах ландшафтная сфера как бы раздваивается по вертикали, причем площадь мозаик глубоководных ландшафтов, подстилающих надглубоководные, составляет 60% всей земной поверхности.■



Геометрический рисунок сельскохозяйственных полей в степных пространствах Южной Украины. Совмещен с прихотливым узором Сивашского залива, отделенного от Азовского моря дугой Арабатской стрелки.

Как сказал известный эколог **Ю. Одум**, «способности человека и его стремление улучшить среду обитания развиваются более быстрыми темпами, чем понимание человеком этой среды».■

Дом человека — это наземные ландшафты, или, точнее, если воспользоваться очень емким определением выдающегося историка-географа **Л. Н. Гумилева** (1912 – 1992), «кормящие и вмещающие» наземные ландшафты. В процессе приспособления (адаптации) к их существующим и меняющимся свойствам формировались и переформировывались человеческие общности — этнические системы, которые являются главными, хотя и не всегда замечаемыми движущими силами в истории взаимодействия человеческой цивилизации и окружающей ее природной среды.

Таким образом, все современные ландшафты, образующие сложнейшую мозаичную структуру ландшафтной сферы, являются для землян жилыми комнатами и подсобными помещениями, квартирами и домами разного размера.■

Городской ландшафт в Германии (город Пассау), возникший на месте слияния трех рек (Инн, Дунай, Ильц).



Итак, современный дом человечества — это вся **целостная ландшафтная сфера**, поскольку в этой единой и очень сложной системе все мозаики наземных, мелководных, надглубоководных и глубоководных ландшафтов в равной степени важны для поддержания экологического равновесия и, стало быть, экологического благополучия планеты. Все мозаики прямо или косвенно, сознательно или стихийно используются человеком для удовлетворения его потребностей.

Современными домами отдельных человеческих общностей — крупных социальных сообществ, этнических систем (наций и народностей), малых коллективов служат в настоящее время мозаичные слои наземных, мелководных и надглубоководных ландшафтов. Действительно, все эти ландшафтные мозаики — места активной социальной и производственной деятельности человека. Правда, интенсивность ее весьма различна. Последствия деятельности человека наиболее значительны, естественно, в наземных мозаиках, наименее — в надглубоководных, а на мелководные мозаики нагрузка все время нарастает. Мозаичные слои глубоководных ландшафтов пока фактически не задействованы, хотя иногда (чаще стихийно, реже сознательно) ландшафты этого типа используют как свалку разнообразных отходов современной цивилизации.

Разнообразие ландшафтов Земли огромно. И любой из них, даже самый небольшой, имеет свое «лицо», свой оригинальный состав, свою индивидуальную структуру, свое происхождение, но тем не менее выяснить степень качественного и количественного сходства (или несходства) земных ландшафтов по каким-то существенным признакам, т. е. классифицировать ландшафты необходимо прежде всего для того, чтобы упорядочить, систематизировать и обобщить сведения о закономерностях их устройства и развития. Не в меньшей степени классификация современных ландшафтов нужна и для того, чтобы правильно применять научные знания при хозяйственном и культурном использовании ландшафтного пространства.

Необходимо сначала выявить сходства (или различия) ландшафтов по их размерам, потом по их естественным, созданным только самой природой свойствам, а далее по качествам, которые они приобрели в результате деятельности человека. Сделаем эти три шага на примере «царства» наземных ландшафтов.■

Первый шаг — различие (или сходство) ландшафтов по их размерам. Размеры обусловливают существенные различия (сходства) их геометрических и физических параметров, а следовательно, сложность их естественного устройства и своеобразие преобразованности человеком. В ландшафтной сфере за время ее существования сформировалась многоступенчатая «лестница» размеров (и соответственно сложность)



Мельницы прекрасно вписываются в ландшафты Голландии.

ландшафтных комплексов. Эту «лестницу» называют **иерархией масштабных уровней ландшафтной организации**.

В наземных ландшафтах принято различать четыре основных масштабных уровня — **топический (микролокальный)**, **локальный**, **региональный** и **глобальный**. Каждый из этих уровней в свою очередь состоит из серии ландшафтов разной сложности и размеров. Ландшафты, относящиеся к одной ступени масштабной лестницы, сходны как по геометрическому устройству, так и по механизмам перемещения и преобразования в ней вещества и энергии.

К топическому уровню относятся микроландшафты, называемые также **элементарными ландшафтами** или **ландшафтными фациями** (от лат. facies — облик). Опушка леса, заросли ивы, вершина холма — это отдельные фации. Фации, собранные вместе, представляют собой **урочище**, которое объединено самой природой, потоками вещества. А сочетания урочищ складываются в ландшафт.

Следует заметить, что ландшафты не самые крупные элементы географической мозаики. Они объединяются в **природные зоны** (от греч. zone — пояс) — обширные пространства с приблизительно одинаковым климатом и почвенно-растительным покровом. В жарком климате — один набор ландшафтов, в холодном — другой. Сочетания нескольких соседних природных зон образуют огромные **природные поясы**, охватывающие вдоль параллелей всю нашу планету. Поясы занимают десятки миллионов квадратных километров и получают приблизительно одно количество солнечной энергии. Воздушные потоки над ними движутся одинаково, а потому и климат одинаков. На Земле есть несколько природных поясов: экваториальный, субэкваториальный, по два тропических, субтропических, умеренных, арктический и субантарктический.

Ландшафты объединяются и по сходству, обусловленному их положением в пределах крупных форм рельефа (гор или равнин), созданных геологическими, азональными процессами. Систематика ландшафтов по сходству или различию их естественного устройства — второй шаг при классификации их разнообразия.

Третий шаг — систематика ландшафтов по характеру и степени их изменения человеком. Выделяют четыре группы таких ландшафтов: **условно-коренные** (слабо измененные человеком); **вторично-производные** (возникшие на месте коренных в результате необратимых изменений растительного покрова, например ландшафты саванн и средиземноморских лесов); **антропогенно-модифицированные** (сильно преобразованные определенными видами хозяйственной деятельности) и **техногенные** (целиком созданные человеком: промышленные, городские и другие ландшафты).■

Ущербность мышления современного человека при использовании окружающей среды проявляется в «компонентном» мышлении, суть которого в том, что современный «компонентно мыслящий» человек учитывает лишь свою выгоду при использовании природных ландшафтов и не думает о последствиях, вызванных нарушением структуры и функциональной целостности ландшафтов. Все это нарушает равновесие ландшафтов и приводит к их неустойчивости, а порой и к необратимой деградации. Пока численность населения нашей планеты была сравнительно мала, а технические возможности несовершенны, губительные последствия нерационального ведения хозяйства проявлялись лишь в отдельных регионах как местные экологические кризисы. В настоящее время ситуация резко изменилась.■

Остров Маркен (Нидерланды).



Человек осваивает склоны горных ландшафтов.



Европа

Европа — часть света на западе Евразии и прилегающих к нему островах. Ее площадь — около 10 млн. км², население — 806 млн. человек (1995).

Всю восточную часть Европы занимает одна из крупнейших равнин суши — Восточно-Европейская (Русская) равнина. В ее рельефе есть возвышенности, часть которых – на выступах древнего фундамента. Это Среднерусская, Приволжская, Смоленско-Московская, Валдайская возвышенности, Тиманский и Донецкий кряжи. Между ними находятся плоские равнины — Окско-Донская, Мещерская, Приднепровская, Прикаспийская низменности. На северо-востоке Восточно-Европейской равнины поднимаются Уральские горы.

На остальной территории Европы рельеф сильно пересеченный: низменности, возвышенности и горы часто сменяют друг друга на небольших расстояниях. Наиболее крупные низменности — Среднеевропейская, Средне- и Нижнедунайские. На севере — Скандинавские горы, на западе – Пиренеи, в центре — Альпы, Карпаты и Стара-Планина. Юг Европы — это серия больших полуостровов — Пиренейский, Апеннинский, Балканский, Крымский.■



Альпы — самые высокие горы Европы.

Циркуляция воздушных масс над Европой определяется воздействием атмосферных центров давления: Исландским минимумом, Азорским, Сибирским и арктическим (приполюсным) антициклонами. Особенно сильно воздействуют циклоны, рождающиеся вблизи Исландии. Теплое океаническое течение Гольфстрим и его продолжение — Северо-Атлантическое течение приносят к берегам Европы прогретую водную массу, над которой возникают мощные циклоны. Устремляясь к Европе, они обогревают и увлажняют ее поверхность. Этот поток циклонов называют «Европейской теплоцентралью», так как тепло, которое они приносят, равно примерно 1/3 величины суммарной солнечной радиации, поступающей на поверхность Европы. Другая «теплоцентраль» — это очень теплое Средиземное море, расположенное в субтропических широтах и изолированное от более холодных вод Атлантического океана. Зимой над Средиземным морем тоже формируются очень теплые и влажные циклоны, утепляющие и увлажняющие всю Южную Европу. В результате воздействия этих двух природных факторов Европа в зимнее время оказывается аномально теплым регионом в умеренных широтах Земли.■

Крайние точки Евразии: на севере – мыс Челюскин (77°43′ с. ш.); на юге — мыс Пиай (1°16′ с. ш.); на западе — мыс Рока (9°34′ з. д.) и на востоке — мыс Дежнёва (169°40′ з. д.). К Евразии относятся архипелаги таких островов, как Зондские, Японские, Филиппинские, Шпицберген, Новая Земля и др.■

Евразия — самый крупный континент Земли (площадь около 54 млн. км²). С севера на юг он протянулся на 8 тыс. км, а с запада на восток – на 16 тыс. км. Евразия расположена в Северном полушарии, и только крайний юг Малайского архипелага заходит в Южное полушарие. Обширные размеры Евразии создают большое разнообразие природных условий и ландшафтов. Уникальность континента проявляется во всем: в тектоническом строении и рельефе, в системах циркуляции атмосферы, в расположении географических поясов и зон.■

Евразию слагают древние (докембрийские) и молодые платформы. Крупнейший на планете Альпийско-Гималайский горный пояс, состоящий из молодых складчатых сооружений, протянулся через всю Евразию от Атлантического океана до Малайского архипелага. В Евразии находятся высочайшие горы Земли — Гималаи, самая глубокая впадина суши (1165 м, дно Байкала), крупнейший внутренний водоем (Каспийское море).■

Крайние оконечности континентальной части Европы: на севере — мыс Нордкин 71°08′ с. ш.; на юге — мыс Марроки 36° с. ш.; на западе — мыс Рока 9°31′ з. д.; на востоке — Полярный Урал 67°20′ в. д.■



Альпы.

Арктический пояс. Арктические ландшафты распространены только на архипелагах Северного Ледовитого океана, таких, как Шпицберген, Земля Франца-Иосифа, Новая Земля и др. Весь год средние месячные температуры здесь отрицательные, что способствует остыванию поверхности и формированию мощных ледниковых покровов. Зимой полгода длится полярная ночь, летом солнце круглые сутки не заходит за горизонт, но тепла все равно очень мало. На свободных ото льда участках произрастают в основном лишь самые выносливые растения — лишайники и мхи. Здесь обитают леминги и белые медведи. Летом сюда прилетают птицы.■



Леминг – наиболее типичный грызун в зоне тундры.

Субарктический пояс располагается южнее и образует непрерывную зону — на острове Исландия и на северной окраине материка, в Норвегии и в России. В нем преобладают тундровые ландшафты. В тундрах мало тепла, почвы и грунты скованы вечной мерзлотой. Осадков выпадает больше, чем их может испариться, и местность заболочена. Мохово-лишайниковые тундры занимают крайний север Норвегии (плоскогорье Хьеллен), север Кольского полуострова, побережье Баренцева моря.
В центре острова Исландия — каменистые базальтовые плато, покрытые ледниками. На юге и юго-востоке над ними возвышаются конусы действующих вулканов с ледяными куполами (самая высокая точка — вулкан Хваннадальсхнукур, 2119 м). Во время извержений вулканов массы льда тают, образуя грязевые потоки. Из расщелин поверхности бьют гейзеры. На прибрежных равнинах юго-запада Исландии, защищенных с севера

Формы выветривания базальтов — плато Антрим на северо-востоке Ирландии.



На огромной территории Евразии представлены все климатические и географические поясы: от арктического на севере до экваториального на юге. В поясах хорошо выражены секторы: океанические – на окраинах континента и континентальные — в центре.
Традиционно в Евразии выделяют две части света — Европу и Азию, граница между которыми условно проводится по восточному подножию Уральских гор, реке Эмбе и Кумо-Манычской впадине.■

Белый медведь – обитатель льдов Арктики.



высокими плато, развиты субарктические луга с пышным разнотравьем. На них выпасают скот. На южном берегу залива Фахсафлоуи расположена столица государства Рейкьявик.■

Умеренный пояс – самый обширный по площади пояс Европы. Его ландшафты получают значительно больше солнечного тепла, чем тундры. Летом средние месячные температуры повсюду выше +10°С, и растительность разнообразна. Зимой все покрывается снегом, и биологические процессы затухают. По мере продвижения от атлантического побережья в глубь материка климат становится более континентальным, поэтому на западе и востоке природные зоны различны.

Север умеренного пояса занят тайгой: на Скандинавском полуострове — еловой, в Финляндии — сосновой, на севере европейской части России — елово-сосновой с примесью сибирской ели, пихты и лиственницы. Под хвойными лесами развиты подзолистые почвы. Хотя тепла и больше, чем в тундре, но все же ненамного, испарение невелико, и плоские или волнистые равнины переувлажнены и заболочены. В Финляндии болота (их здесь называют **аапа**) покрывают свыше 70% площади. Вечной мерзлоты в почвах и грунтах нет, так как морозы зимой ослаблены частым вторжением атлантических циклонов. Главное богатство таежных ландшафтов — древесина хвойных лесов, залежи каменного угля (район Воркуты), железные руды Швеции, пушные промысловые животные (белки, песец, соболь и др.). На шельфе Северного моря открыты крупные месторождения природного газа и нефти.

Южнее, по мере нарастания тепла, тайга сменяется смешанными лесами. Это происходит на Центрально-Шведской равнине, на юге Финляндии, а на Восточно-Европейской равнине — между 52 и 54° с. ш. Среди хвойных деревьев на западе появляются широколиственные породы (дуб, граб, вяз, клен, липа и др.), а на востоке, в России, — мелколиственные (береза и осина). В зоне смешанных лесов господствуют не очень продуктивные дерново-подзолистые почвы. Чтобы получать на них хорошие урожаи, необходимо эти почвы осушать и вносить много минеральных и органических удобрений. Леса в этой зоне сохранились гораздо хуже, чем в тайге. Население издавна освоило эти районы. Здесь много городов, сел, крупных магистралей. Обширные участки заняты пашнями, сенокосами, пастбищами.■

Освоенный человеком ландшафт Западной Европы.



Широколиственные леса – принадлежность ландшафтов Западной Европы, включая Британские острова. Эта зона простирается до границы субтропического пояса. На западе раньше господствовал бук, на востоке — дуб, клен, вяз, липа, граб. Однако коренные леса не сохранились, а в посадках преобладают сосна и ель, древесина которых пользуется высоким спросом. Достаточно плодородные бурые лесные почвы окультурены. На протяжении многих веков ландшафты Европы интенсивно осваивались, и в настоящее время они очень изменены хозяйственной деятельностью человека.



Северный олень.



Мхи и лишайники широко распространены по всей Земле, но более всего их в умеренном и холодном климате.

На равнинах вдоль атлантических и североморских побережий, на холодных плоскогорьях Шотландии, Уэльса и Ирландии есть местности, сплошь заросшие вереском, — верещатники. Их появление — результат деятельности человека на протяжении многих веков. Когда-то на этих участках росли широколиственные леса, но они были сведены еще в древности. Почвы здесь бедные, мало пригодные для земледелия, и поэтому верещатники использовались только для выпаса крупного рогатого скота или овец. Чтобы вереск рос быстрее, осенью вересковые заросли поджигались, и зола удобряла почву. Так делали сотни лет, и в результате образовались обширные пространства, занятые исключительно зарослями вереска. Они называются пустошами. Самая крупная пустошь — Люнебургская на северо-западе Германии.■

Уникальные ландшафты возникли вдоль южного побережья Северного моря в Нидерландах. В этой стране 40% общей площади расположено ниже уровня моря, а еще 30% — на высоте всего 1 м над уровнем моря. Северное море отличается высокими приливами (до 6 м высоты) и частыми штормами. Во время приливов и нагонных штормовых волн низколежащие, плоские берега Голландии заливаются морской водой на многие километры в глубь суши. Однако в Нидерландах плотность населения — одна из самых высоких в Европе, и ее города и порты сосредоточены именно вдоль побережья. На протяжении многих веков голландцы ведут неустанную и непрекращающуюся борьбу с морем, защищая себя и свои земли от наводнений системой дамб. Кроме того, они постепенно отвоевывают у моря участки шельфа. Для этого разработана специальная система осушения прибрежной акватории при помощи искусственных лагун — польдеров. Участки моря ограничиваются насыпными дамбами, затем вода из польдера откачивается в море, а обнажившаяся поверхность после особой обработки используется под луга, пашни, дороги или населенные пункты. Подобным образом был осушен целый залив Зейдер-Зе, возникший в самом центре страны в XIII в. в результате прорыва вод Северного моря. Сейчас от залива осталась лишь небольшая акватория, а остальные площади превращены в культурные луга и плантации цветов.■

Плантации тюльпанов на шельфе, отвоеванном человеком у моря (Нидерланды).



Зона широколиственных лесов на Восточно-Европейской равнине очень узкая, почвы менее плодородны и нуждаются в мелиорации. А поскольку климат в юго-восточном направлении становится более сухим, то на Средне- и Нижнедунайской низменностях и на равнинах Украины появляется черноземная **лесостепная зона**, которая потом переходит в разнотравно-злаковые и злаковые степи (на южных черноземах и каштановых почвах). Естественную растительность повсюду давно сменили пашни: 60 — 80% площадей тут распахано. Здесь выросли города с развитой транспортной сетью.

Вблизи побережья Каспийского моря появляются **полупустыни**, которые используют в основном под пастбища.■

Субтропический пояс – это Южная Европа. На Пиренейском полуострове размещаются кастильские плато, Андалусская и Арагонская равнины, на севере — горные хребты Пиренеев, на юге — Бетские Кордильеры. Апеннинский полуостров занят Апеннинскими горами, а на Балканском полуострове равнины часто чередуются с горами. Климат европейских субтропиков жаркий и сухой летом, прохладный и очень дождливый зимой. Когда-то на большей части территории полуостровов росли вечнозеленые леса и кустарники, и только в самых сухих районах (на плато Ла-Манча, в Сицилии, на островах Эвбея и Крит) встречались редколесья и степи. Леса были вырублены еще во времена Римской империи и в средние века. Их место заняли древесные культуры (оливы, цитрусовые), виноградники, овощные и зерновые поля, а также города, дороги, аэропорты, каналы, газо- и нефтепроводы и др.■

Природные ландшафты Европы интенсивно осваивались человеком в течение многих веков и в результате неузнаваемо изменились. На обширных пространствах на месте лесов появились пашни, луга, города, человек провел автомагистрали, разбил сады и парки. Почвы окультурили, в них вносят огромное количество удобрений. Почвы осушаются или орошаются.

В Европе расположено много больших и малых городов, ее покрывает густая сеть автомагистралей, железных дорог, каналов, трубопроводов. Работают мощные индуст-

Город Наарден в Нидерландах — пример застройки на месте бывших торфяников.



риальные и горно-добывающие комплексы и т. д. Промышленные и городские застройки «съедают» площади продуктивных почв, а промышленные предприятия и транспорт выбрасывают огромное количество отходов. Интенсивные технологии, применяемые в сельском и лесном хозяйстве, резко меняют природные процессы, в результате возникают и обостряются экологические проблемы.

В воздух Европы выбрасываются огромные объемы газообразных соединений. Только за пределами границ России в атмосферу ежегодно поступают 39 млн. т сернистого газа SO_2 (1/4 мировых выбросов этого газа), 8 млрд. т углекислого газа CO_2 (30%), 22 млн. т оксидов азота NO (21%) и др. Газообразные загрязнители вступают в реакцию с кислородом и образуют кислоты, которые в виде аэрозолей переносятся на сотни и тысячи километров и выпадают в виде кислотных дождей. Миллионы тонн серной и азотной кислот оседают на поверхности, обжигая хвою, листву и ветви деревьев, окисляя почвы. В озерах погибает рыба, планктон. Особенно страдают ландшафты таежных и смешанных лесов Северной Европы (на юге Норвегии, Швеции, Финляндии, в Дании), где рыба исчезла в тысячах озер. В некоторых странах кислотными осадками поражено до 50% всех лесов. А такие ценные породы, как пихта или ель, погибли на тысячах гектаров лесных массивов в центре Европы (в Германии, Чехии, Польше и др.).■

Большое опасение вызывает состояние водных ресурсов Европы. Эта часть света хорошо обеспечена природными водами; здесь много рек, озер, водохранилищ, но интенсивное использование пресных вод для водоснабжения городов и промышленных объектов, для орошения посевов и плантаций ведет к истощению водозапасов. В Германии, Чехии, Италии, Болгарии и в ряде других стран на нужды хозяйства забирается почти половина всех речных вод. Эта проблема водоснабжения усугубляется еще и тем, что поверхностные и грунтовые воды постоянно загрязняются в результате спуска в водоемы различных стоков из городских и промышленных комплексов и смыва из почв и т. д.

По последним данным, на территории Европы (без стран Восточной Европы) образуется около 235 $км^3$ сточных вод, которые полностью не очищаются. После того как они попадают в реки или озера, загрязняется до 65% всех имеющихся водных запасов. В России тоже очищаются далеко не все стоки, поэтому практически все речные воды в Европе не пригодны для использования без предварительной обработки.■

Европейцы живут преимущественно в городах. Именно в крупных городах среда обитания серьезно загрязнена. В них ежегодно и довольно часто отмечаются случаи возникновения в воздухе опасных концентраций газов, сильная запыленность, шумовое загрязнение. Зимой в Лондоне, Париже, Брюсселе, Праге, Москве и других городах наблюдаются **смоги** — кислотные туманы, очень опасные для людей с сердечно-сосудистыми или легочными заболеваниями.■

В европейских субтропиках экологические проблемы остаются такие же, как и в умеренном поясе. Во время сильной и продолжительной засухи здесь сильнее ощущается нехватка пресных вод. Чтобы восполнить их недостаток, сооружают большие водохранилища, но они часто заиливаются. Смоги — довольно частое явление в крупных городах — Барселоне, Риме, Мадриде, Афинах, но в отличие от смогов лондонского типа они возникают от выбросов автотранспорта, не создают туманов, одна-

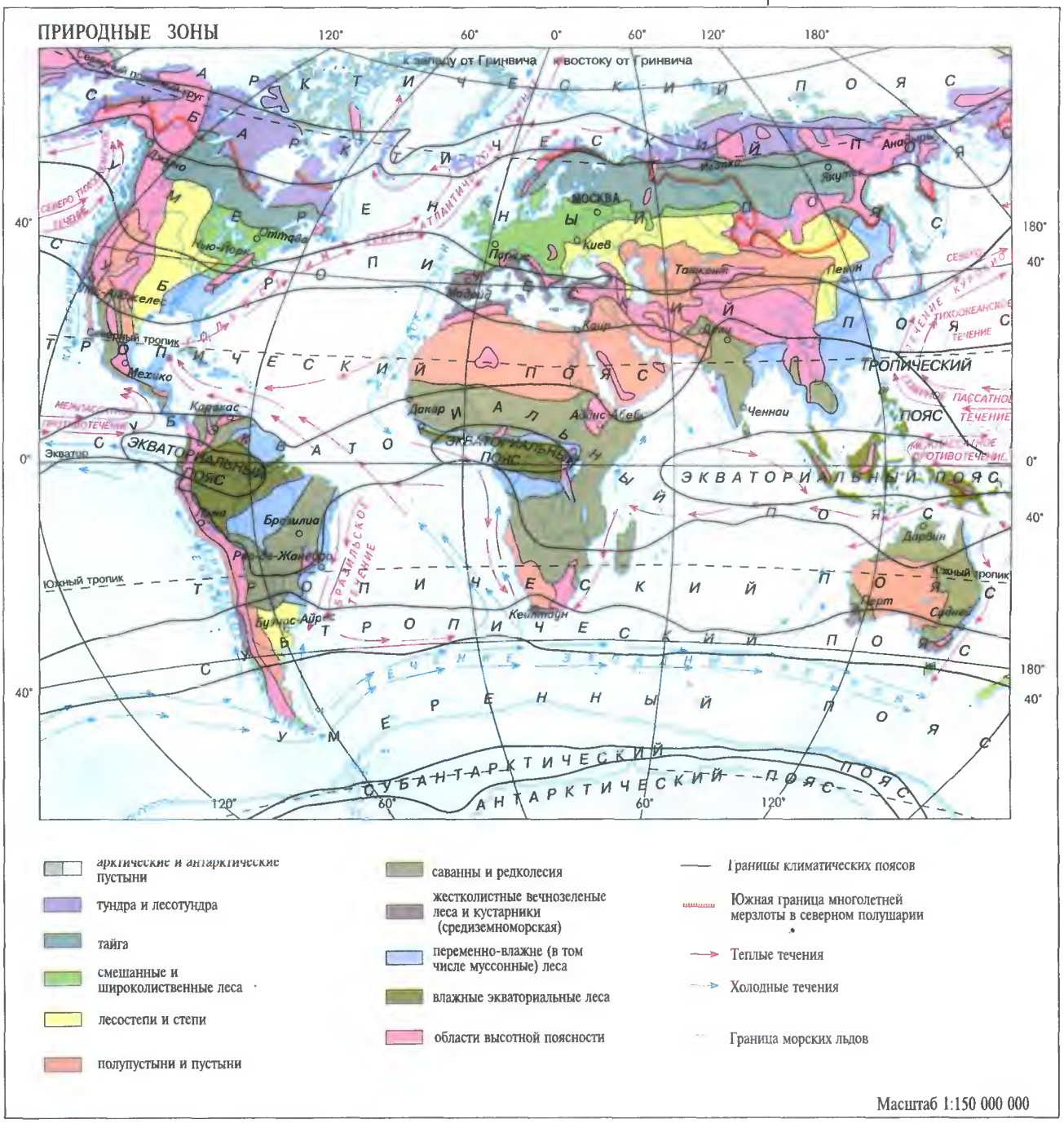
Особенно опасные экологические ситуации возникают при катастрофах на атомных станциях. В Европе действуют десятки АЭС. Первое место удерживает Франция (работают 56 энергоблоков общей мощностью 105 гВт), затем идут Россия (29 энергоблоков мощностью 21 гВт) и Германия (20 энергоблоков мощностью 23 гВт). Есть АЭС в Бельгии, Швеции, Швейцарии, Испании и в других странах. Несмотря на постоянный и тщательный контроль за работой энергоблоков, все же иногда на АЭС возникают аварии. Так, в 1986 г. после взрыва на Чернобыльской АЭС огромное радиоактивное облако накрыло территорию площадью около 50 тыс. $км^2$. Выброшенные в воздух радионуклиды были разнесены воздушными потоками в атмосферу остальной Европы и даже попали в Японию и США. Помимо аварий на АЭС, радиоактивное загрязнение вызывается естественным источником радионуклидов — месторождениями урана, радона, тория. В России радоновые «пятна» установлены в районе Онежского и Ладожского озер, на Среднем Урале.■

Венеция — уникальный город, возникший в 810 г. на острове Ривоальто в глубине лагуны на северо-западе Адриатического моря. Улицы-каналы, великолепные мраморные дворцы, стоящие на дубовых основаниях, известны во всем мире. Днище лагуны, на которой стоит город, постепенно опускается, что вызывает беспокойство всей мировой общественности.



ко весьма опасны, так как поражают дыхательную систему. В Южной Европе есть свои экологические проблемы. Это, например, сильное эрозионное разрушение земель в Италии, Испании и Греции. Процесс начался еще в древности, по мере сведения лесов на склонах гор под распашки и добычу древесины. На обнажившихся склонах сильные дожди смыли верхний почвенный слой, а овраги и оползни превратили некогда продуктивные ландшафты в так называемые дурные земли. Необходимы большие усилия, чтобы приостановить этот губительный процесс, и прежде всего – засадить деревьями склоны, пораженные эрозией.■

Для борьбы с кислотными осадками в 1985 г. разработана международная программа CORINAIR. Принято решение о снижении выбросов самых опасных загрязнителей воздуха и ведется наблюдение за объемами их поступления в атмосферу.■



Азия

Азия — крупнейшая часть света (30% всей суши); ее площадь превышает 43 млн. км². На территории Азии развиты все географические поясы и все природные зоны.

Крайние точки материковой части Азии: на севере — мыс Челюскин (77°43′ с. ш.), на юге — мыс Пиай (1°16′ с. ш.), на западе — мыс Баба (26°10′ в. д.), на востоке — мыс Дежнёва (163°40′ в. д.).■

«Будущие поколения спросят: «Что за люди первыми взошли на вершину мира?» И мне хотелось бы, чтобы ответ был таким, которого мне не надо стыдиться... Эверест — высочайшая точка не одной какой-то страны, а всего мира. Он был взят людьми Востока и Запада вместе. Он принадлежит всем. И мне тоже хочется принадлежать всем, быть братом всем людям...» – так говорил **Тенцинг Норгэй**, родом из Непала, шерп по национальности, альпинист, совершивший в 1953 г. совместно с новозеландцем **Э. Хиллари** первое в истории восхождение на высочайшую гору мира.■

«Красивая панорама развернулась перед моими глазами. Сзади, на востоке, толпились горы; на юге были пологие холмы, поросшие лиственным редколесьем; на севере, насколько хватало глаз, расстилалось бескрайнее низменное пространство, покрытое травой. Сколько я ни напрягал зрение, я не мог увидеть конца этой низины. Она уходила вдаль и скрывалась где-то за горизонтом. Порой по ней пробегал ветер. Трава колыхалась и волновалась, как море. Кое-где группами росли чахлые березки, тощие лиственницы и другие какие-то деревья. С горы, на которой я стоял, реку Мафу дальше можно было проследить по ольховникам и ивнякам, растущим по ее берегам в изобилии... Бесчисленное множество проток, слепых рукавов, заводей и озерцов окаймляют ее с обеих сторон. Низина эта казалась безжизненной и пустынной...» – читаем мы в книге «В дебрях Уссурийского края», написанной российским этнографом и писателем **В. К. Арсеньевым** (1872 – 1930).■

Азия — самая высокая часть света, ее средняя высота 950 м. В рельефе преобладают возвышенности, горы, нагорья и плоскогорья, среди них — высочайшие горные сооружения мира. Азиатская часть Альпийско-Гималайского горного пояса начинается на побережье Средиземного моря и включает **Переднеазиатские нагорья** — Малоазиатское, Армянское и Иранское. Восточнее располагаются Памирское и Тибетское нагорья (средняя высота Тибетского нагорья — от 4000 до 5000 м; это самое высокое нагорье планеты). Со всех сторон Тибет окружают колоссальные горные системы, которые крутыми склонами поднимаются над поверхностью нагорья: на юге — Гималаи (высочайшая вершина мира Джомолунгма, или Эверест, 8848 м); на западе — Каракорум; на севере — Куньлунь. Центральную часть Азии занимает обширная область возвышенного рельефа с чередующимися высокими равнинами (Гоби, Цайдамская, Таримская, Джунгария и др.), плоскогорьями (Ордос, Алашань) и горными поднятиями (Циньлинь, Большой Хинган, Хангай, Хэнтэй и др.). На востоке материка лежит область тектонических опусканий, где находятся крупные низменности — Великая Китайская равнина и Сунляо (Маньчжурская равнина).

Северная часть Азии наклонена в сторону Северного Ледовитого океана, куда стекают крупнейшие сибирские реки Обь, Енисей и Лена. Обширная Западно-Сибирская низменность восточнее сменяется возвышенным Среднесибирским плоскогорьем. За долиной Лены и до самых побережий Охотского и Японского морей тянутся в разных направлениях молодые складчатые хребты Восточной Сибири и Дальнего Востока — Верхоянский, Черского, Колымский, Становой, Сихотэ-Алинь и др.

Южный сектор Азии образуют крупные полуострова – Аравийский, Индостан и Индокитай, а также самое крупное на Земле скопление островов — Малайский архипелаг. **Восточная периферия** азиатского континента — это



Покрытые вечными льдами вершины Гималаев — самой высокой горной системы мира.



Индийский слон – самое крупное животное Азии.

В настоящее время в азиатских странах около 1,5 млрд. человек испытывают недостаток в топливной древесине. Ее дефицит заставляет людей использовать в качестве топлива высушенный навоз домашнего скота (кизяк), лишая тем самым почвы органических удобрений. В результате почвы быстро истощаются и урожаи падают.
В Индонезии, на Филиппинских островах, в Индокитае – самые быстрые темпы сведения лесов. По данным ученых, если сохранятся современные темпы лесных вырубок, то через 40 лет леса в этих районах могут полностью исчезнуть, что станет началом цепной реакции негативных процессов в ландшафтах: истощатся водные ресурсы, усилятся наводнения и засухи, смоется почва, заилятся водотоки и водохранилища, ухудшится местный климат и т. д.■

«Скоро мы увидели большую липу, растущую под углом в 45°. Вокруг нее вились пчелы. Почти весь рой находился снаружи. Вход в улей был внизу около корней. Около входного отверстия в улей густо столпились пчелы. Как раз против них, тоже густой массой, стояло полчище муравьев. Интересно было видеть, как эти два враждебных отряда стояли друг против друга, не решаясь на нападение. Разведчики-муравьи бегали по сторонам. Пчелы нападали на них сверху. Тогда муравьи садились на брюшко и, широко раскрыв челюсти, яростно оборонялись...»
(*В. К. Арсеньев.* «В дебрях Уссурийского края»).■

гирлянда островных архипелагов, дугообразно изогнутых и замыкающих Евро-Азиатскую литосферную плиту на востоке: Филиппинские, Японские, Курильские острова, а также остров Сахалин и др.
Огромные размеры Азии определяют разнообразие ее климатических условий. Зимой над центром Азии господствует обширный Азиатский антициклон, создающий очень холодную, бесснежную погоду. Морозы достигают –50 ...–70°С. Лето в Сибири теплое, но осадков тоже немного, а в Центральной Азии погоды стоят очень жаркие и сухие.
Горы и нагорья Альпийско-Гималайского горного пояса защищают южную часть материка от холодного Азиатского антициклона, и поэтому на юге материка зимы теплые: средние температуры января +15°С и даже +20°С. Южные полуострова (Аравийский, Индостан, Индокитай) располагаются в низких широтах, и зимой здесь господствуют тропические пассаты, жаркие и сухие. В Аравии они действуют и летом. На территорию Индостана и Индокитая летом приходят экваториальные муссоны с обильными осадками, смягчающими жару. Малайский архипелаг имеет климат «вечного лета»: здесь круглый год тепло и влажно, и сезоны года не выражены.
Таким образом, на огромной территории Азии сформировалось несколько крупных регионов, различающихся по природным условиям и ландшафтам.■

В Сибири (на севере Азии) выделяются три региона с различным рельефом и тектоническим строением. На западе к Уральским горам примыкает Западно-Сибирская низменность, очень плоская, сильно заболоченная. За долиной Енисея низменность сменяется Среднесибирским плоскогорьем с древним докембрийским основанием, часто обнажающимся на поверхности. Плоскогорье сложено кристаллическими и вулканическими породами, имеет ступенчатый рельеф, глубокие речные долины образуют живописные ущелья. К востоку от Лены располагается горная Восточная Сибирь со множеством средневысотных горных хребтов и массивов (Верхоянский, Черского, Сунтар-Хаята и др.); между ними — участки пониженного, равнинного рельефа: впадины, котловины, низменности.
Природные зоны в сибирской части Азии последовательно сменяют друг друга в направлении с севера на юг. На крайнем побережье Северного Ледовитого океана господствуют тундры и лесотундры, заболоченные, с мощными толщами вечной мерзлоты. Южнее начинается тайга, сосновая или лиственничная, которая тянется на многие тысячи километров. Из-за суровых зимних морозов широколиственные породы деревьев в Сибири не растут, а таежные леса на юге сменяются лесостепями и степями, которые не только господствуют в котловинах и межгорных впадинах (например, в Забайкалье), но и поднимаются по склонам гор.■



Лиственничная тайга в Западной Сибири.

Центральная Азия — это замкнутая со всех сторон высокими горными системами часть Азии. На юге возвышаются горы Куньлунь (их вершины поднимаются на высоту более 7000 м) и не менее высокие хребты Тянь-Шаня. Южнее расположено самое высокое на Земле Тибетское нагорье с холодными высокогорными пустынями. Между Куньлунем и Тянь-Шанем находится глубокая Таримская впадина, заполненная песками пустыни Такла-Макан. Северная окраина Центральной Азии — горный пояс Алтайско-Саянской и Монгольской систем, к которым относятся многочисленные, разные по высоте и протяженности, горные хребты. Остальная внутренняя часть Центральной Азии — обширные равнины и плато Гоби, изобилующие замкнутыми впадинами, невысокими куполами потухших вулканов, сопками.

Климат Центральной Азии — резко континентальный, и зимой бывают морозы ниже –40°С и даже –50°С. На севере здесь еще встречаются участки вечной мерзлоты, хотя в Европе на этой же широте растут теплолюбивые каштаны и пирамидальные тополя, температуры января положительные, и снежный покров отсутствует.

Северные районы Монголии — это царство жестких степных трав — ковылей, типчаков, полыни. Здесь выпасаются большие стада овец, лошадей, крупного рогатого скота. Земледелие развито мало. Юг Центральной Азии очень сухой; здесь господствуют или полупустыни, или песчаные и щебнистые пустыни.

Восточный Китай находится на восточной окраине Азии. В его центре расположена Северо-Китайская (Великая Китайская) равнина, образованная наносами двух больших рек — Хуанхэ и Янцзы. Очень плоская равнина легко затапливается в период муссонных дождей, и во время подъемов воды в руслах рек территория нуждается в постоянном контроле со стороны человека. Естественные ландшафты не сохранились. Почвы равнины плодородные, и они полностью освоены. На них произрастают рис, бобовые, гаолян, пшеница и другие культуры. Здесь много городов, на севере — многочисленные каменноугольные карьеры. Великая Китайская равнина – один из самых плотно населенных районов в мире.



Гора Большой Арарат (5165 м) возвышается над долиной реки Аракс (Армянское нагорье).

Великая Китайская стена (длина – около 6400 км) построена в основном в III в. до н. э.



Ландшафты Великой Китайской равнины — результат совместной деятельности реки Хуанхэ и людей, проживающих на ее берегах. Равнина располагается в пределах интенсивно погружающейся впадины, заполняемой наносами реки Хуанхэ. Мощность наносов – около 5000 м. Хуанхэ берет начало в горах Тибета, но перед выходом на Великую Китайскую равнину она пересекает лёссовое плато. Лёсс — легко размываемая порода, и воды Хуанхэ насыщаются илом. Выходя на равнину, река оставляет здесь принесенные илы, наращивая высоту русла на 15 — 18 см ежегодно. Летом, во время муссонных дождей, паводковые воды повышают уровень воды в реке настолько, что он оказывается на 3 — 4 м выше окружающей местности. Чтобы избежать катастрофических разливов реки, люди строят искусственные дамбы. Иногда Хуанхэ прорывает дамбы, и тогда многие тысячи гектаров земли и населенные пункты оказываются затопленными. При этом река часто меняет свое русло и даже устье.■



Панда, питающаяся бамбуком. Эндемичный вид медведя.

Северо-Китайская (Великая Китайская) равнина очень плотно населена, и земли полностью возделаны. Ил, приносимый Хуанхэ, очень плодородный, и на пашнях без всякого удобрения можно снимать до двух, на юге — до трех урожаев в год риса, кукурузы, пшеницы, гаоляна, бобовых и других культур. Часто ил используют в качестве удобрения, перемешивая с ним верхние слои почвы.■

Месопотамскую низменность с севера и запада обрамляет полоса предгорных равнин, занятая сухими степями, ее называют «Полумесяцем благодатных земель». На равнинах зимой регулярно выпадают осадки (от 200 до 600 мм), а у подножий гор выходят на поверхность подземные источники. Почвы равнин довольно плодородные, что позволяет выращивать неплохие урожаи зерновых культур. Если применяется полив, то высокая проницаемость грунтов препятствует развитию вторичного засоления, от которого страдают орошаемые угодья Месопотамии. «Полумесяц благодатных земель» имеет очень давнюю земледельческую историю. Это один из центров появления таких культур, как пшеница, ячмень, рожь, овес, бобовые, дыня, виноград, морковь, капуста, яблоня, абрикос, вишня, черешня, гранат и многие другие.■

На юго-востоке находится еще один важный район Китая — Сычуаньская котловина, или Красный бассейн (сложена главным образом красноцветными песчаниками). Некогда на месте котловины было озеро, но затем река Янцзы спустила его воды, а обнажившееся днище было разъедено эрозией до состояния низких гор и холмов. Благоприятный климат и плодородные почвы издавна привлекали сюда земледельцев. Здесь каждый клочок земли занят плантациями риса, которые устраиваются даже на довольно крутых склонах (с уклоном до 40°) с помощью искусственных террас. Это важный сельскохозяйственный район Китая (рис, кукуруза, шелк, табак).■

Переднеазиатские нагорья образуют непрерывный пояс от побережья Средиземного моря до Тибета и включают Малоазиатское, Армянское и Иранское нагорья. По периферии они окаймлены дугообразно изогнутыми молодыми горами, а внутренние районы опущены и имеют плоскогорный или возвышенный рельеф.

Нагорья расположены в субтропическом поясе. На западе, на Малоазиатском нагорье, более влажно, особенно на побережьях. На севере поднимаются Понтийские горы, на юге — Таврские. Горные склоны покрыты жестколистными вечнозелеными лесами и кустарниками, а во внутренней части, на Анатолийском плоскогорье, леса уступают место сухим степям и редколесьям.

Армянское нагорье — очень высокое. Горные хребты, увенчанные вулканами (Большой Арарат, 5165 м), чередуются с лавовыми плато и глубокими межгорными котловинами (от 700 до 2000 м). Из-за большой высоты и изолированности климат довольно суровый, но котловины плотно населены.

Самое крупное нагорье — Иранское. Оно же и самое засушливое. Северная цепь гор — Эльбурс, Туркмено-Хорасанские, Паропамиз, Гиндукуш; южная — горы Загрос, Мекран, Сулеймановы.

Редкие леса из ксерофитных дубов, фисташки и можжевельника покрывают внешние склоны гор, а во внутренних районах располагаются глинистые или песчаные равнины с резко сухим климатом. Здесь господствуют пустыни — засоленные (Деште-Кевир), песчаные (Деште-Лут, Регистан), щебнистые (Дашти-Марго). У южных предгорий Загроса расположена Месопотамская низменность, по которой протекают реки Евфрат и Тигр. Благодаря речным водам и запасам подземных вод Месопотамия обеспечена водой. Здесь земледелие зародилось около 10 тыс. лет назад.■

Гималаи — высочайшая горная система мира. Хребты Гималаев имеют очень большую среднюю высоту (около 6000 м), а 11 вершин поднимаются выше 8000 м (самая высокая вершина мира — Джомолунгма, или Эверест, 8848 м).



Золотые шпили и башни дворца-монастыря Потала в Лхасе. Это сердце Тибета, религиозный центр ламаизма.



Бенгальский тигр.

«Мы поднялись. Мы ступили на вершину. Мечта стала явью.
Со стороны Тибета дул легчайший ветерок, и снежное облачко, всегда окутывающее вершину Эвереста, было совсем маленьким. Я глядел вниз и узнавал места, памятные по прошлым экспедициям...
А еще дальше и со всех сторон вокруг нас высились великие Гималаи, занимающие большую часть Непала и Тибета. Чтобы видеть вершины ближних гор, таких гигантов, как Лхоцзе, Нупцзе и Макалу, надо было теперь смотреть прямо вниз. Выстроившиеся за ними величайшие вершины мира, даже сама Канченджанга, казались маленькими холмиками. Никогда еще я не видел такого зрелища и никогда не увижу больше — дикое, прекрасное и ужасное. Однако я не испытывал ужаса. Слишком сильно люблю я горы, люблю Эверест. В великий момент, которого я ждал всю жизнь, моя гора казалась мне не безжизненной каменной массой, покрытой льдом, а чем-то теплым, живым, дружественным. Она была словно наседка, а остальные вершины — цыплята, укрывшиеся под ее крыльями. Мне казалось, что я сам могу раскинуть крылья и прикрыть ими мои любимые горы» (Тенцинг Норгэй).■

Ганг — священная река Индии.

В Гималаях — самые глубокие ущелья, наиболее высокие перевалы, самые длинные горные ледники. На склонах гор растительность и почвы, изменяясь с высотой, образуют полный спектр высотных поясов — от влажных экваториальных лесов у подножий до вечных снегов и ледников на вершинах.
У южных подножий Гималаев расположена одна из крупнейших равнин Азии — Индо-Гангская. Глубокий тектонический прогиб заполнен огромной толщей аллювиальных наносов, которые намывают реки Ганг и Инд и их многочисленные притоки, стекающие со склонов Гималаев. Плодородные почвы, обилие воды, теплый и даже жаркий климат всегда притягивали на равнины людей. Индо-Гангская низменность — один из очагов древнейшего расселения и возникновения земледельческой культуры. Естественная растительность давно полностью сведена. Основное занятие жителей — выращивание риса. Каждый удобный участок земли тщательно освоен, в сухое время (весной) он поливается из оросительных каналов, куда вода стекает с подгорных наклонных равнин. Каналы буквально пронизывают все пространство равнины Ганга и северную часть равнины Инда — Пятиречье.■

Ганг берет начало в скалистых ущельях Гималаев.



Аравия. Рельеф Аравийского полуострова однообразен, он сформирован на древней жесткой платформе. Лишь на севере поднимаются горы Ливана. Почти всю Аравию занимают обширные равнины, сложенные огромными песчаными толщами или известняками. Аравия находится в тропическом поясе, круглый год здесь господствуют антициклоны, и поэтому климат крайне сухой. Дождей и облаков почти не бывает, за год выпадает не более 50 — 100 мм



осадков. Летом днем температуры часто превышают +50, +55°С, а зимой они не опускаются ниже +10, +15°С. Господствуют пустыни — песчаные (Руб-эль-Хали, Большой Нефуд и др.), щебнистые или каменистые. Их почти безжизненные ландшафты до сих пор сохраняют первозданный вид. Исключение составляют крупные оазисы — средоточие жизни в пустынях. В самом крупном оазисе, в центре Аравии, располагается столица Саудовской Аравии город Эр-Рияд.



Барханы пустыни Руб-эль-Хали в Аравии.

Ландшафты средиземноморского побережья резко контрастируют с ландшафтами остальной Аравии. Горные массивы, кристаллические или известняковые (Ливан, Антиливан, Джебель-Ансария) разделены грабеном, в котором располагаются долина реки Иордан, Мертвое море (его днище опущено на 751 м ниже уровня моря), Тивериадское озеро и др. Осадков больше, чем внутри Аравии, их сумма увеличивается до 500 мм на равнине и до 700 — 800 мм в горах. Некогда склоны гор и долину Иордана покрывали вечнозеленые леса из ливанского кедра, дуба, сосны, лавра, оливы, фисташки, но сейчас на смену лесам пришли многочисленные поселения, пашни, виноградники, плантации.■

Специфическая форма орошения возникла на плоскогорье Декан — танковая ирригация. Танки — естественные углубления поверхности в кристаллических породах. Они заполняются водой от небольших водотоков или во время дождей. Этими водами поливают небольшие поля вблизи такого пруда-танка. Используют при этом ручной труд или мулов. Такой способ орошения возник еще в глубокой древности у дравидских народов Индии. Некоторые танки довольно крупные и вмещают много воды — до 10 млн. м^3. Общая современная площадь танков на Декане достигает 50 — 80 км^2.■



Грядовые дюны Большого Нефуда в Аравии.

Индостан. Основанием полуострова служит древняя Индостанская (Индийская) платформа. Его рельеф образует обширное Деканское плоскогорье, окаймленное на западе и востоке невысокими массивными горами — Западными и Восточными Гатами. Северо-запад плоскогорья с поверхности перекрыт **траппами** — излившимися пластами базальтов, образующими в рельефе гигантские ступени.

В горах произрастают влажные субэкваториальные леса со множеством видов пальм и лиан. На западе Деканского плоскогорья распространены леса, сбрасывающие листву в жаркое и сухое время года, которое устанавливается с марта по первую половину июня. Леса здесь богаты такими ценными породами деревьев, как тик, атласное дерево и др. На остальной части плоскогорья преобладают жестколистные леса саванного типа, там господствует акация. Между редкими деревьями растут высокие жесткие травы, дикий сахарный тростник, различные кустарники.

Индостан очень давно освоен людьми, а потому его девственные ландшафты почти не сохранились. Участки лесов и саванн чередуются с небольшими полями, выгонами, плантациями древесных культур.■

Носорог.



Индокитай. Рельеф полуострова сложный и разнообразный. На западе тянутся молодые Араканские (Ракхайн) горы и хребет Паткай, на севере возвышаются известняковые нагорья Шань и Юньнаньское, на востоке — Аннамские горы (Чыонгшон). Центральная часть полуострова представляет собой плоскую низменность, созданную наносами рек Меконг и Менам. Индокитайский полуостров расположен в поясе влажных субэкваториальных лесов, густо покрывающих склоны гор и плоскогорий. На равнинах внутренних

районов полуострова господствуют более сухие муссонные леса и редколесья, в настоящее время большей частью сведенные. Равнина плотно населена, и земли тщательно возделываются под посевы риса.■

Малайский архипелаг — крупнейшее на Земле скопление (около 10 тыс.) больших и малых островов, расположенных по обе стороны экватора. Архипелаг составляют четыре больших острова (Суматра, Ява, Калимантан и Сулавеси) и многочисленные малые острова. Они возникли в результате сближения двух грандиозных островных дуг. Первая дуга протягивается с севера на юг вдоль восточной окраины Азии; в ее состав входят Камчатка, Курильские острова, Сахалин, Японские и Филиппинские острова. Вторая цепочка островов окаймляет юго-восточную окраину Азии (Никобарские и Андаманские острова) и смыкается с первой дугой в районе Малайского архипелага. Острова гористы, и горы круто обрываются в море. С внешней стороны островные дуги окружены глубоководными желобами, в которых отмечаются максимальные глубины Мирового океана. Среди них самая глубокая впадина — Марианская (11 022 м ниже уровня моря). Высокая тектоническая активность земной коры в районах островных дуг проявляется в виде частых сильных землетрясений и мощных извержений вулканов. Только на острове Ява насчитывается свыше 130 вулканов, а в проливе между Явой и Суматрой находится вулкан Кракатау, известный своими разрушительными извержениями-взрывами (особенно в 1883 г.).
Климат Малайского архипелага экваториальный. Здесь круглый год тепло, температуры почти не меняются (месячные амплитуды не превышают 1,5 — 2,0°), всегда влажно, сезоны года не выражены; недаром такой климат называют климатом «вечного лета». На островах произрастают влажные экваториальные леса, пышные и разнообразные. Самые известные породы деревьев здесь фикусы и пальмы, а также древовидные папоротники. Эти леса — древнейшие на планете. На равнинах леса вырубаются, а освободившиеся участки занимаются «тропическими огородами», плантациями древесных культур, рисовыми чеками.■

В Азии проживает 3,5 млрд. человек (1995 г.), т. е. более 60% мирового народонаселения, хотя ее площадь составляет лишь 23% площади суши Земли, а доля азиатских стран в общемировом производстве — всего



Влажные экваториальные леса острова Суматра.

Во многих районах Южной Азии и Китая распространены рисовые ландшафты. Их особенно много в дельтах и долинах крупнейших азиатских рек — Ганга и Брахмапутры, Инда, Янцзы, Меконга, Иравади и др. На острове Ява, на Японских и Филиппинских островах, в Пятиречье, в Сычуаньской котловине (Красный бассейн) почти все равнинные местности заняты плантациями риса.



Раффлезия – самый крупный в мире цветок. Растет на Суматре.

Рис — культура очень влагоемкая, и основная забота рисоводов — снабдить рисовые плантации водой.
Для этого территория разбивается на небольшие участки — чеки, обнесенные невысокими земляными валами. Специально выращенную рассаду риса вручную пересаживают на основное поле, причем на 1 га высаживают до 250 тыс. саженцев. Затем поле заливается водой на 15 — 20 см, и в течение 4 — 5 месяцев рис созревает в воде. Когда он окончательно созреет, воду спускают, и начинается сбор урожая. Рисовые плантации устраивают таким образом, чтобы на соседних чеках рис находился на разных вегетационных фазах. Это позволяет избежать простоев в работе рисовода. В южных теплых районах собирают с одной чеки до трех урожаев риса в год.■

8%. Ежегодно азиатское население увеличивается в среднем на 54 млн. человек, что сопоставимо с появлением на карте мира еще одного крупного государства.

Перенаселенность и бедность жителей – причины многих экологических кризисных ситуаций. Наиболее острые из них – деградация земель, сведение лесов, уменьшение водозапасов и ухудшение их качества, деградация морских и прибрежных экосистем.

Деградация продуктивных земель влияет на обеспечение продовольствием населения большинства азиатских стран. От хронического недоедания страдает почти 1/3 населения Южной и Юго-Восточной Азии, где очень мало земель, пригодных для земледелия. В целом во всей Азии таких земель мало — всего 0,25 га на одного человека. Это меньше, чем в остальных частях света. Распаханные земли быстро деградируют, так как за ними нет надлежащего ухода. Почвы теряют гумус, легко размываются, распыляются, засоляются, иссушаются, теряют запас питательных элементов. Сейчас в мире признаны деградирующими 1,9 млрд. га продуктивных почв, из которых 850 млн. га, т. е. половина, находятся в Азии. Наибольший урон приносит **водная эрозия**: ею поражены 60% всех пахотных земель в Азии. Водная эрозия особенно интенсивна на низменности Ганга и в предгорьях Гималаев, на Северо-Китайской равнине и равнинах Индокитая. Около 1/4 земель страдают **от суховеев**. **Вторичным засолением** охвачена почти половина массива орошаемых почв, главным образом в Месопотамии, Пакистане и других районах. **Опустыниванию** подвержены огромные площади — 86 млн. га.

Неконтролируемый выпас скота на пастбищах, сведение лесов и отсутствие почвозащитных мероприятий на пашнях способствуют опустыниванию. Им поражены многие сотни тысяч гектаров в Китае, Афганистане, Монголии, Пакистане и Индии.■



Малые Зондские острова когда-то были покрыты густыми лесами; ныне они полностью сведены.
Масштабы сведения лесов в Азии — огромнейшие.
Только за последнее десятилетие площадь лесов в Азии сократилась на 4 млн. га.



Орошаемые плантации бахчевых культур (фалезы) в Афганистане.



Тонкий лори живет только в Западных Гатах и Шри-Ланке.

На основе рисовой специализации в Азии сложились районы с самым плотным населением на Земле (от 1000 до 2000 человек на 1 км²).■

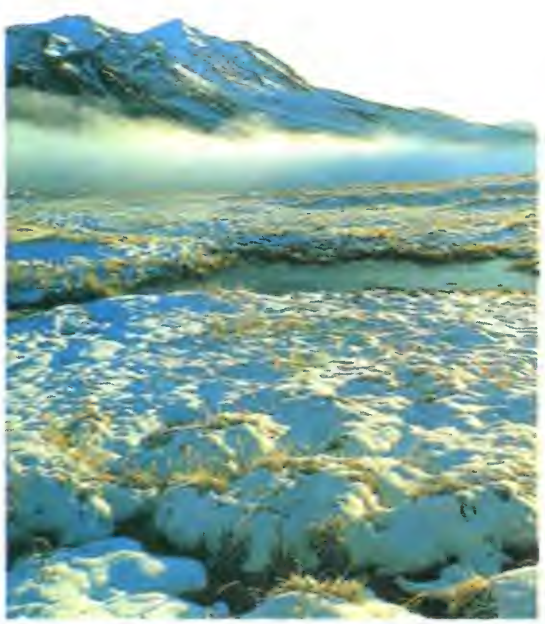
Плантаций чайного куста особенно много в Шри-Ланке, Китае, Индии, Японии. Чайные кусты высаживают длинными рядами, часто отводя для этого покатые склоны на возвышенностях или в предгорьях. Кустам придают округлую форму, при которой легче собирать молодые листья. Обычно это делают женщины и дети. Затем листья подвергаются сложной обработке на чайных фабриках.■

Северная Америка

Северная Америка — материк в Западном полушарии. Площадь Северной Америки с прилегающими островами — 24,25 млн. км². По размерам это третий материк планеты после Евразии и Африки. На его территории находятся три крупных государства (США, Канада и Мексика) с населением 400 млн. человек и 12 небольших государств с населением 66 млн. человек (1998).

Главная достопримечательность рельефа Северной Америки — горный пояс Кордильер, протянувшийся на западе вдоль всего материка. Остальную часть занимают обширные равнины и возвышенности Внекордильерского Востока. Только сравнительно невысокие горы Аппалачи окаймляют эти равнины на юго-востоке. Столь четкие различия в рельефе объясняются тектоническим строением материка. Кордильеры — сложная горная страна, состоящая из двух параллельных систем высоких складчатых хребтов. Внутри горного пояса находятся участки плоскогорного и даже плоского рельефа — плато Колумбийское и Колорадо, нагорья Большой Бассейн и Мексиканское. В основании Внекордильерского Востока лежит древняя жесткая докембрийская Северо-Американская платформа. На ее крайнем севере, частично опущенном под воды Северного Ледовитого океана, расположены многочисленные острова Канадского Арктического архипелага и крупнейший остров Земли — Гренландия. Его площадь превышает 2,2 млн. км², и 85% поверхности острова покрыты мощным ледяным панцирем.■

Северная часть Внекордильерского Востока занята приподнятой кристаллической Лаврентийской возвышенностью высотой до 300 — 400 м. К центру ее поверхность снижается, образуя котловину обширного, но неглубокого Гудзонова залива. Он сформировался в результате прогибания поверхности под тяжестью ледниковых толщ в период четвертичного оледенения. Ледники оставили многочисленные следы недавнего пребывания на поверхности Лаврентийской возвышенности — **озы**, **друмлины**, **моренные скопления**. У края возвышенности, там, где ледники остановились и начали таять, образовалась цепочка больших и малых озер, наполненных



Тундровые ландшафты Аляски.



Обломки айсбергов остаются после отлива на побережье Залива Ледников.

Самая северная точка материка — мыс Мерчисон на полуострове Бутия (71°50′ с. ш.), восточная — мыс Чарлз на полуострове Лабрадор (55°40′ з. д.), западная — мыс Принца Уэльского на Аляске (168° з. д.). На юге узкая полоска суши — Панамский перешеек (19° ю. ш.) — соединяет Северную Америку с Южной.■

Медвежата гризли.



Крупнейший на Земле остров — Гренландия. 4/5 его поверхности покрывает огромный ледяной щит. Мощность ледяного панциря превышает 3 км. Он перекрывает даже высокие горные массивы на северо-востоке и севере Гренландии. Климат очень суров, зимой температуры удерживаются на отметке ниже –50°С. Поверхность острова занята однообразными ледяными или снежными пустынями, почти безжизненными. Ледяные поля и купола спускаются к побережьям в виде огромных языков и обрываются со скалистых высоких уступов, формируя колоссальные айсберги. За год их образуется до 10 — 15 тыс. Подхваченные холодным Восточно-Гренландским течением, айсберги уносятся далеко на юг, и поэтому судоходство в этих водах очень опасно.

Резко контрастируют с суровыми ледяными пространствами ландшафты юго-западной прибрежной полосы острова. Он омывается теплым Западно-Гренландским течением, и поэтому климат здесь не столь суров, а зимы не такие морозные, как на остальной части Гренландии, хотя лето прохладное. Здесь растут луговые травы, и даже встречается березовое криволесье. Именно поэтому норманн **Эрик Рыжий** (940 – 1010), первый европеец, высадившийся в 985 г. на юго-западный берег и увидевший луга, назвал остров Гренландией, т. е. Зеленой Землей.■

Окаменевшие стволы деревьев в пустыне Аризона свидетельствуют о прежних влажных условиях, существовавших в Большом Бассейне и на плато Колорадо 200 млн. лет назад.



талой водой: Большое Медвежье, Большое Невольничье, Виннипег и др. Наиболее значительные из них — Великие озера Северной Америки: Верхнее озеро, Мичиган, Гурон, Эри, Онтарио. Это крупнейшее скопление пресной воды на Земле, вмещающее около 24 тыс. км³.

Южнее Лаврентийской возвышенности фундамент платформы перекрыт осадочными толщами; здесь простираются Центральные равнины. Почти посредине их пересекают крупнейшая река материка Миссисипи (длина 3950 км) и ее притоки Миссури, Огайо, Теннесси и др. Реки — полноводные, несут большой объем ила и взвесей. У впадения в Мексиканский залив Миссисипи образует дельту.

Вдоль восточных подножий Кордильер с севера на юг тянутся Великие равнины. Их неровная поверхность повышается вблизи гор до 1600 м и изрезана многочисленными долинами рек, стекающих со склонов Кордильер. Там, где Великие равнины пересекает река Миссури, находится сильно изрезанная оврагами местность, известная как дурные земли, или бедленд (от англ. badland).

Прибрежные районы юга Внекордильерского Востока заняты береговыми низменностями. К югу от Центральных равнин расположена плоская Примексиканская низменность, постепенно снижающаяся в сторону Мексиканского залива. Ее наклонная поверхность испещрена **уступами-куэстами**. Вторая береговая низменность — Приатлантическая. Она расположена на юго-восточной окраине Северной Америки, на побережье Атлантического океана.■

Гора Мак-Кинли на Аляске – высочайшая вершина Северной Америки (6193 м).



Очертания Северной Америки похожи на треугольник, основание которого находится на севере, а вершина — на юге. И поскольку на севере материка нет высоких гор, ограждающих его от вторжения холодных воздушных масс, арктические и субарктические ландшафты продвигаются далеко на юг по территории Канады. Умеренный пояс занимает центральные районы материка, но по сравнению с Евразией его северные и южные границы сближены. Южный сектор Северной Америки расположен в субтропических и тропических широтах и омывается теплыми водами Мексиканского залива. В заливе рождается самое мощное теплое океаническое течение Мирового океана — Гольфстрим, которое утепляет и увлажняет весь юго-восток материка.

Горный пояс Кордильер обильно орошается тихоокеанскими циклонами, но горный барьер Кордильер перехватывает почти всю влагу, и к востоку от него осадков выпадает очень мало. На Колумбийском плато и особенно в Большом Бассейне, на плато Колорадо и на Мексиканском нагорье сухо и жарко. Здесь господствуют полупустынные и пустынные ландшафты.

Равнины и возвышенности Внекордильерского Востока увлажнены лучше. На холодном севере материка, где испарение слабое, ландшафты переувлажнены, и потому там много болот, озер и рек. На Центральных равнинах климат умеренно теплый или теплый, влаги здесь тоже достаточно. Береговые низменности — Примексиканская и Приатлантическая — круглый год увлажняются муссонами с Мексиканского залива и поэтому сильно заболочены.

Асимметричное строение поверхности обусловило не только климатические особенности, формирование рек и речного стока, но и расположение природных зон. Их набор повторяет структуру географических поясов Евразии, но поскольку размеры материка меньше, то и площади зон меньше и их смена происходит чаще. Сравнивая карты географических поясов и зон Евразии и Северной Америки, легко заметить, насколько далеко на юг продвинуты границы арктического и субарктического поясов в Северной Америке. На широтах Лондона и Парижа, где тепло и растут пышные лиственные леса (дуб, бук, каштан и др.), в Северной Америке на полуострове Лабра-



Йосемитский национальный парк в горах Сьерра-Невады (штат Калифорния).



Большой Каньон на плато Колорадо — один из глубочайших в мире (глубина 2100 — 2400 м). Река Колорадо пропилила твердые породы, образовав живописное русло.

Северная Америка очень богата пресными водами, однако высокая концентрация городов и промышленных объектов на ограниченных пространствах (например, вдоль южного побережья озера Мичиган, в долине рек Теннесси, Огайо, Святого Лаврентия и др.) создает большие объемы сточных вод. Их непросто собрать и очистить, и поэтому, несмотря на все усилия, воды многих озер (Мичиган, Онтарио, Эри) и особенно рек оказываются сильно загрязненными. Для водоснабжения городов востока США разрабатываются проекты переброски чистых пресных вод из внутренних районов материка.■

Бизоны, пасущиеся в прериях Великих равнин.



дор преобладают темнохвойные таежные леса, мрачные и заболоченные. Климатические особенности североамериканских природных зон объясняются также увлажняющим влиянием течения Гольфстрим, в результате чего на юго-востоке материка зоны сменяют друг друга не с севера на юг, как в Евразии, а от побережья Атлантического океана в глубь материка. Лесные зоны умеренного и субтропического поясов раскинулись на востоке, вблизи океана, а в центре — высокотравные прерии и степи.■

На западе Центральных равнин США находятся знаменитые прерии Северной Америки. Когда-то они представляли собой безбрежное море высокотравной луговой или степной растительности, необычайно буйной. Высота и плотность трав достигали таких размеров, что в них легко мог скрыться всадник на коне. Основные виды трав — голубой бородач (до 2 м высоты) и малый бородач, индейская трава, ковыли, мятлики, пырей, образующие плотные куртины. Ярко цветущий покров трав к осени увядает, превращаясь в толстый слой бурой сухой массы. Достаточно искры или попадания молнии, чтобы вспыхнул пожар, охвативший сотни и тысячи квадратных километров. Крупные стада бизонов некогда паслись в прериях (предполагают, что их численность достигала 50 — 60 млн. голов), но появление европейцев с огнестрельным оружием привело к массовому отстрелу бизонов и почти полному их исчезновению в конце XIX в. Понадобились большие усилия, чтобы вновь возродить популяцию бизонов. Кроме того, в прериях обитали вилороги, множество грызунов.

Уникальность ландшафтов прерий состоит в том, что по климатическим условиям (обеспеченность теплом и влагой) в них вполне могли бы произрастать деревья. Однако плотная дерновина злаковых и ежегодные пожары тормозят развитие молодых побегов деревьев, тем более что высокие травы каждую весну вырастают вновь. В настоящее время прерии в естественном виде почти не сохранились. Их





Секвойи на западных склонах Берегового хребта.

Прерии (от фр. prairie — луг) – волнистые степные равнины в Северной Америке. Воздух здесь прозрачен, небо безоблачно, ночи безросные. Часто бывают миражи.■

Уникальные леса произрастают на западных склонах Берегового хребта. Начиная от 42° с. ш. на протяжении около 650 км в южном направлении тянутся знаменитые хвойные леса из секвойи вечнозеленой. Это необычайно высокие деревья. Самое высокое из них — секвойя гигантская, или мамонтово дерево, произрастает по склонам Сьерра-Невады на высотах от 1200 до 1400 м. Крона такой секвойи поднимается на высоту 85 м при диаметре ствола до 10 — 15 м, объем древесины каждого дерева достигает 140 м³. Живут секвойи до 1,5 – 4 тыс. лет, к сожалению, гиганты нещадно вырубались и во многих местах полностью исчезли. Сейчас создан национальный парк, и оставшиеся деревья находятся под охраной. На склонах гор произрастают также дугласова пихта, орегонская сосна и др.■

В Северной Америке создана замечательная система парков, фаунистических резерватов и территорий дикой природы. Это результат дятельности первых защитников природы — **Ф. Мюира, Т. Рузвельта, А. Леопольдо, Б. Маршалла**. Начав с создания Йеллоустоунского национального парка в 1872 г., Соединенные Штаты создали природоохранительную систему, которая была взята за образец другими странами мира.■

плодородные почвы практически полностью распаханы, и вместо ковра высоких трав повсюду простираются бескрайние поля кукурузы и сои. Ландшафты прерий образуют ядро кукурузно-соевого пояса США.

На Великих равнинах, удаленных от влажных атлантических воздушных масс, господствуют степи. Внутригорные плато и плоскогорья Кордильер — царство полупустынь и пустынь. Чрезвычайная сухость отличает юг Большого Бассейна, где находится пустыня Мохаве — «полюс сухости» материка. Осадков здесь выпадает 45 – 150 мм в год. Это безжизненные каменистые пространства, раскаленные солнцем. Здесь преобладают креозотовые кустарники, кактусы, юкки. В глубокой тектонической расщелине Долины Смерти (ее днище опущено на 85 м ниже уровня моря) постоянно регистрируются максимальные для Северной Америки температуры — до +57°С.■

Пустыня Мохаве (юго-восток штата Калифорния) после дождя покрывается ярким ковром цветущих эфемеров.



Калифорнийская долина расположена вблизи побережья Тихого океана, но осадков здесь выпадает мало (всего 500 — 300 мм в год), хотя тепла и солнечных дней достаточно. Она отличается теплым, но сухим климатом. Это глубокая тектоническая впадина, заполненная отложениями рек Сакраменто и Сан-Хоакин. В аллювиальных наносах рек в конце XIX в. были обнаружены месторождения золота, ставшие причиной знаменитой «золотой лихорадки».

Некогда плоская поверхность долины была покрыта степями, а на юге даже полупустынной растительностью. Однако уже в XIX в. на плодородных коричневых почвах долины появились плантации цитру-

«Сад королевы» — оригинальные формы выветривания известняков в среднем течении реки Колорадо.



совых и плодовых деревьев, поля с овощными культурами. Главную проблему — дефицит атмосферной влаги — решили за счет искусственного орошения. В Калифорнии осуществлен один из крупнейших гидротехнических проектов США: воды рек Сакраменто и Сан-Хоакин собираются в систему мощных водоотводов и направляются на поля и плантации Калифорнийской долины. Общий объем перебрасываемых пресных вод достигает 15 км^3, что позволяет оросить многие тысячи гектар посевов. Так, Калифорнийская долина стала крупнейшим районом орошаемого земледелия в США.

На склонах окружающих гор осадков гораздо больше. Особенно это характерно для высокогорной Сьерра-Невады, где произрастают самые продуктивные леса на планете – леса из секвойи вечнозеленой.■

Люди сильно изменили природу Северной Америки. На территории США и Канады возникают острые проблемы природопользования, характерные для экономически развитых стран.

Промышленные объекты и крупные города на юго-востоке Канады, на северо-востоке США, в Калифорнии и других районах загрязняют атмосферу. Значительную долю загрязнений вносит транспорт. Только на территории США в воздух выбрасывается почти 5 млрд. т углекислого газа, что составляет около 22% общемировых выбросов; еще 0,5 млрд. т поступает с территории Канады. Помимо углекислого газа в воздушную среду материка попадают и другие газообразные загрязнители. Они отрицательно влияют на здоровье людей, губят растительность, окисляют почвы и даже разрушают стены зданий.

Другая серьезная проблема — избыточное производство разнообразных химических продуктов, используемых в промышленности и в быту. После использования эти вещества скапливаются на свалках или особых полигонах, но существует большая опасность их проникновения в воду, воздух и почву. Проблема уничтожения и обезвреживания этих отходов стала в последние годы национальной проблемой США и Канады.■



Цветущие кактусы в пустыне Юта.

На Мексиканском нагорье, возвышающемся над уровнем моря от 900 до 2500 м, в пустыне находится страна кактусов: недаром на государственном гербе Мексики изображен кактус. Кактусы, растущие здесь, поражают размерами и разнообразием форм. Ребристые шары высотой 1,5 м и в обхвате 2,5 м лежат на желтом песке, как громадные дыни или зеленые ежи, выставившие свои длинные иглы.

На Мексиканском нагорье находится вулкан Орисаба (5700 м).■



Вид на Чикаго сверху.

Гигантские стволы цереуса гигантского в пустыне Аризоны. Высота растения может достигать 15 м, а вес — до 6 — 7 т.

Небоскребы Хьюстона, Техас.





Южная Америка



Пума — самая крупная кошка Нового Света.

Южная Америка занимает площадь около 18,28 млн. км² (с островами). Узкий Панамский перешеек соединяет ее с Северной Америкой. Очертания материка довольно простые, берега слабо изрезаны заливами или полуостровами. Население — 332 млн. человек (1998).

Рельеф материка по форме сходен с рельефом Северной Америки. Западную его часть занимает обширный горный пояс Анд, центральную и восточную части — низменности и плоскогорья на докембрийской Южно-Американской платформе. Однако в отличие от Северной Америки Южная Америка — очень теплый материк. Экватор пересекает его почти посредине, и поэтому на преобладающей части территории развиты ландшафты экваториального, субэкваториального и тропического поясов. Асимметричность, свойственная рельефу, проявляется и в климатических условиях, и в речной сети, и в расположении природных зон. Над северными и центральными районами Внеандийского Востока господствуют влажные и теплые воздушные массы, приходящие со стороны Атлантического океана, и поэтому наиболее увлажненные ландшафты расположены на востоке. В широкой северной части материка находится одна из крупнейших на планете низменностей — Амазонская. Река Амазонка берет начало в Андах, недалеко от тихоокеанского побережья, и течет на восток через весь материк, впадая в Атлантический океан. В этой части материка находятся и другие крупные речные системы — реки Парана и Ориноко.■

Крайние точки Южной Америки: на севере — мыс Гальинас (12°25′ с. ш.), на юге — мыс Горн (55°59′ ю. ш.), на западе — мыс Париньяс (81°20′ з. д.), на востоке — мыс Кабу-Бранку (34°46′ з. д.). Наибольшее протяжение с севера на юг — 7400 км, с запада на восток — 5200 км. Высшая точка материка — гора Аконкагуа (6960 м).■

В бассейне Амазонки находятся крупнейшие на планете вечнозеленые леса влажных тропиков, или **гилеи** (от греч. hyle — лес). Обилие тепла и влаги в течение года позволяет произрастать пышным, густым, многоярусным и очень разнообразным по видовому составу лесам. Только древесных видов в лесах Амазонии насчитывается до 3000, и на каждом гектаре леса трудно обнаружить хотя бы два дерева

Неповторимые пейзажи полуострова Калифорния.



Огненная Земля — провинция на юге Аргентины. Ушуая — самый южный город планеты.



одного вида. Деревья верхнего яруса достигают 50, 60 и даже 90 м высоты. Деревья, стволы которых часто перевиты лианами и эпифитами, растут плотно, под их пологом всегда царит полумрак и очень влажно. Деревья ведут отчаянную борьбу за свет и питательные вещества, которыми бедны почвы гилейных лесов. Здесь произрастают деревья многих ценных пород, например каучуконосы из семейства молочайных, цезальпиния, кокосовая и масличная пальмы. Для получения древесины ценных пород устраиваются особые лесные плантации. Животный мир Амазонии тоже весьма разнообразен. Правда, крупных животных мало. Это ягуар, пума, обезьяны, ленивцы, муравьеды и др. Очень много змей, среди них гигантские — анаконда, удавы.

Леса Амазонии называют «легкими планеты». По подсчетам ученых, эти леса поглощают до 25% углекислого газа. До 70-х гг. XX в. гилеи почти не осваивались, но с 1974 г. здесь ведется строительство четырех главных шоссейных автомагистралей и вдоль них создается 200-километровая зона отчуждения. Кроме того, интенсивно строятся рудники и гидроэнергетические комплексы. Однако сведение влажных экваториальных лесов (не только в Амазонии, но и в других регионах) может серьезно нарушить газовый состав атмосферы Земли.■

Высокогорное Центрально-Андийское нагорье (Пуна) — обширная область пониженного рельефа, зажатая со всех сторон высокими, более 6000 м, хребтами Анд. Средняя высота Пуны превышает 4000 — 4600 м, а ширина – около 600 км. Участки вулканических плато чередуются с плоскими равнинами (Альтиплано), которые представляют собой днище бывшего гигантского озера. Его остатки — озеро Титикака на высоте 3812 м (величайшее из высокогорных озер мира) с глубиной до 304 м и озеро Поопо. Растительный покров – очень скудный: это низкорослые вечнозеленые кустарники или дерновинно-злаковые (типчаки, ковыли), а также опунции (семейство кактусовых). В более теплых районах Пуны пустыни уступают место высокогорным степям с плотным травяным покровом. Население здесь выращивает кукурузу, пшеницу (местные виды этих культур вызревают на высотах до 3900 м) и картофель. Пуна – родина этих видов культурных растений. В степях выпасается скот – ламы, мулы, овцы.■

К северу от Амазонской низменности находится кристаллическое Гвианское плоскогорье высотой до 3014 м. Здесь тоже растут гилейные леса. Южнее Амазонской низменности поверхность вновь приподнимается. Здесь, на выступе Южно-Американской платформы, сформировалось Бразильское плоскогорье высотой до 2890 м. Его рельеф очень неоднороден — от почти столообразных плато в центре до высоких плосковершинных гор на востоке. Природные зоны тоже меняются: на востоке – это влажные экваториальные или субэкваториальные леса, а в центре плоскогорья, где увлажнение снижается, распространены ландшафты пальмовых и высокотравных саванн, называемых **льянос**. На северо-востоке плоскогорья огражденные от влажного атлантического воздуха горами возникли уникальные ландшафты **бразильской каатинги**, в которых господствуют многочисленные виды кактусов и суккулентов. Западные секторы географических поясов прижаты горными хребтами Анд к узкому тихоокеанскому побережью, и почти на всем протяжении здесь господствуют полупустынные и пустынные ландшафты (пустыня Атакама).■

Каатинга, или светлый лес, развита на северо-востоке Бразильского плоскогорья. Она представляет собой листопадные редколесья из невысоких ксерофитных деревьев, колючих кустарников и суккулентов. Климат каатинги — сухой и жаркий, растительность вынуждена приспосабливаться к таким условиям. Здесь сформировалась эндемичная флора, состоящая из деревьев, сбрасывающих листву в период засухи, многочисленных кактусов (в основном опунций), колючих кустарников. Весьма примечательны бутылочные деревья со вздутыми колючими бочкообразными стволами, в которых дерево запасает влагу, а также высокие, до 12 м, столбовидные кактусы и каучуконосные молочаи. Произрастают карликовые пальмы и акации. Травы в каатинге практически отсутствуют. Уникальная растительность каатинги мало используется человеком, а потому ландшафты сохранились.■

Трехпалый ленивец обитает в экваториальных лесах Южной Америки.



К югу от Бразильского нагорья тянется широкая Лаплатская низменность, по которой течет река Парана. Здесь преобладают высокотравные (до 1,5 м высотой) злаковые субтропические степи — **пампы**, и так же, как в прериях Северной Америки, в них редко можно встретить растущие деревья. Травы пампы давно и интенсивно используются для выпаса домашнего скота и табунов лошадей, поэтому ее растительный покров в настоящее время сильно изменен. Почвы в степях — плодородные, черноземовидные, и многие участки пампы распаханы и заняты посевами зерновых. Этот район называют житницей Южной Америки.

Южный сектор материка, к югу от долины реки Парана, представлен ландшафтами субтропического и умеренного поясов. В противоположность остальной части материка в этих поясах более увлажненные зоны с лесной растительностью находятся на западном побережье, орошаемом тихоокеанскими циклонами. К востоку от Анд, на равнинах Патагонии, увлажнение становится таким незначительным, что это ведет к образованию сухих степей и полупустынь.

Анды — сложная горная система, протянувшаяся вдоль всего западного побережья Южной Америки. Почти на всем протяжении Анды состоят из параллельных, очень высоких (до 6000 м) складчатых хребтов — Восточных, Центральных, Западных и Береговых Кордильер, между которыми располагаются более низкие участки — межгорные котловины, то узкие, то расширяющиеся в виде плоскогорий. Наиболее обширное нагорье — Пуна.■

Некоторые кактусы густо покрыты длинными желтыми и красноватыми колючками и издали напоминают сидящих птиц и зверей. Иногда можно увидеть кактус, похожий на голову старика с длинными белыми свисающими волосами. Нередко встречаются группы громадных колючих мохнатых шаров, напоминающих груду камней. Наряду с гигантскими шарами растут в песке кактусы-карлики — мелкие колючие шарики. Такие кактусы, попадая между пальцами лап шакалов и собак, заставляют их с визгом носиться по пустыне.■



Попугай ара — самый крупный и красивый вид попугаев Южной Америки.



Залив Гуанабара и вид на Рио-де-Жанейро. Гора «Сахарная голова» поднимается над водами залива.

Южная Америка богата природными ресурсами. На ее территории в бассейнах Амазонки, Ориноко и Ла-Платы находятся крупнейшие запасы речных вод Земли. Леса Амазонской равнины поставляют в атмосферу почти половину всего объема кислорода, образующегося на Земле. Однако и здесь, как и на других материках, особенно остро встают серьезные экологические проблемы, что отчасти можно объяснить бедностью населения многих южноамериканских стран, а отчасти особенностями самой природы.

И в Амазонии, и в Карибском регионе, и на юге материка ландшафты неплохо сохранились, но освоение земель идет настолько быстро и интенсивно, насколько и бесконтрольно. Южная Америка обладает 28% общей площади лесов мира и более 50% всех тропических и экваториальных лесов, но леса усиленно вырубаются для заготовки древесины, для строительства дорог и населенных пунктов. В результате ежегодно площадь лесов сокращается на 7 млн. га, так что во многих районах с плотным населением (восточное побережье Бразилии, Коста-Рика, Венесуэла) леса в естественном состоянии почти не сохранились.

В Южной Америке проживает более 330 млн. человек (1999). Ежегодный прирост здесь составляет более 5 млн. человек. Это не так уж много, если учитывать, что на материке размещается почти четвертая доля потенциально пригодных для сельскохозяйственного использования земель планеты. Однако плодородные почвы и наиболее удобные земли уже давно освоены, и на них расположены не только пашни, но и крупные города (Буэнос-Айрес, Рио-де-Жанейро, Сан-Паулу и др.). Свыше 70% освоенных земледелием почв деградированы, а на орошаемых участках развивается вторичное засоление.

Деградация затронула около половины огромного массива пастбищ в центре и на юге материка, в пампах Патагонии. Каждый год около тысячи квадратных километров земель переходит в разряд деградированных. В результате не просто снижается плодородие почв и ухудшается травостой, а происходит общее опустынивание ландшафтов. В аргентинской части Патагонии уже 35% площадей пастбищ превратились в пустыни.■



Гаучо в пампах Патагонии.

«В этом воздухе природа как будто явно и открыто для человека совершает процесс творчества; здесь можно непосвященному глазу следить, как образуются, растут и зреют чудеса; подслушивать, как растет трава» — так описывал свои впечатления от тропического леса писатель **И. А. Гончаров** во время путешествия на фрегате «Паллада».■

«А вот как описал тропический лес известный ботаник **Н. М. Верзилин**: «В зеленую массу тропического леса трудно пробраться. Приходится прорубаться в растительной чаще топором или саблей. Таким путем в день можно продвинуться на 2 километра. Нужно потратить 7 часов, чтобы прорубить тропинку, которую можно пройти за 15 минут. Местные жители стараются пользоваться тропами крупных диких зверей. Есть еще один легкий способ проникнуть в чащу тропического леса — в узкой, легкой пироге (челнок из коры). От широко разлившейся реки Амазонки отходят заводи и водяные пути, идущие далеко в глубь леса. Их называют здесь игарапэ».■

Водопад Игуасу.





Гуанако обитают на южных горных склонах Анд.

Африка

Африка — второй по величине материк Земли; его площадь — 30,3 млн. км². С севера на юг он протянулся на 8000 км, с запада на восток — на 7500 км. Экватор делит Африку почти посредине.

Африка — довольно монолитный, однообразный по рельефу материк. Берега слабо изрезаны, крупные заливы или полуострова отсутствуют. Большая часть его основания принадлежит докембрийской Африканской платформе, поэтому на поверхности господствуют обширные равнины, низменности и возвышенности, иногда прерываемые плоскогорьями (Тибести, Ахаггар). В центре материка платформа опускается, образуя огромную впадину, по которой протекает полноводная река Конго, уступающая по объему стока только Амазонке. Менее обширная впадина Калахари расположена на юге материка. Восток Африки сильно приподнят; здесь поднимаются Эфиопское и Восточно-Африканское нагорья с резко пересеченным рельефом. Их максимальные высоты достигают более 3000 м. Главная особенность Восточно-Африканского нагорья — продольные тектонические разломы древнего кристаллического основания, вдоль которых сформировались вытянутые с севера на юг системы **рифтов (грабенов)**. Центральные участки рифтов — плоские, заняты долинами рек, озерами (Ньяса, Эдуард, Танганьика, Виктория и др.) или впадинами (Нгоро-Нгоро). По бортам рифтов поднимаются очень высокие вулканические массивы (до 4500 — 5000 м и более), действующие или уже потухшие (Килиманджаро, Кения, Рувензори и др.). К востоку от африканского массива суши находится остров Мадагаскар — отделившийся участок Африканской платформы.

Молодые горные сооружения находятся только на севере (горная система Атлас) и на юге Африки (Капские горы).■



Гора Кения (5182 м) — потухший вулкан. Находится к северу от столицы Найроби в Кении.

Крайние точки материка: северная — мыс Эль-Абьяд (37°20′), южная — мыс Игольный (34°52′), на востоке — мыс Рас-Хафун (51°23′), на западе — мыс Альмади (17°32′). Высшая точка материка — гора Килиманджаро — 5895 м.■

Самым жарким материком Земли по праву считается Африка. На ее территории широко представлены ландшафты экваториального, субэкваториальных и особенно тропических поясов обоих полу-

Караван верблюдов в зыбучих песках Большого Эрга («Эрг» — песчаная пустыня).



Баобабы — «резервуары с водой», растущие в африканских саваннах.



шарий. Выравненность рельефа обеспечивает почти классическую смену поясов и зон в субмеридиональном направлении, а высотная поясность отмечается только на нагорьях Восточной Африки, а также в Атласских и Капских горах. В экваториальных широтах, во впадине Конго, где круглый год очень тепло и выпадает много осадков, произрастают влажные экваториальные леса (гилеи). К северу и югу от них наблюдается почти зеркально повторяющаяся смена географических поясов: экваториальные леса сменяются субэкваториальными высокотравными саваннами, далее, по мере нарастания засушливости, им на смену приходят пустынные саванны, и, наконец, огромные территории охватывает самый обширный на планете пояс тропических и субтропических пустынь Сахары. На юге саванны также переходят в пустыни Калахари и Намиб. Площадь пустынь занимает почти 20 млн. км^2. Среди них Сахара — самая большая пустыня Земли: протяженность ее с запада на восток — более 6000 км; с севера на юг — более 2000 км; ее площадь (около 9 млн. км^2) составляет 1/3 площади Африки.■

Над Сахарой круглый год господствуют сухие и жаркие тропические массы воздуха, редко образующие облака и не приносящие дождей. Сахара — одна из самых жарких пустынь планеты. Летом дневная температура воздуха всегда превышает +30°С, часто достигает +45, +50°С, а на почве она поднимается до +70, +80°С. Из-за отсутствия облаков температуры в течение суток сильно колеблются, и ночью даже летом они снижаются до +10°С. На севере Сахары зимой температуры – около +10°С и на юге +20°С. Могут быть даже ночные заморозки, а в горах нередко выпадает снег, хотя держится он всего несколько часов.

Осадки выпадают крайне редко. Их мало — до 50 мм в год. На востоке, в Ливийской и Нубийской пустынях, осадки могут не выпадать до 10 лет подряд. Чрезвычайная сухость (экстрааридность) климата обусловливает господство на всей территории Сахары обширных пустынь, лишенных древесной и травянистой растительности. Сильные и постоянные ветры переносят массы песка и мелких частиц, меняя форму поверхности. Существует несколько типов пустынь. Наиболее распространены каменистые пустыни **хамады**, образующиеся на возвышенностях и плоскогорьях. Их поверхность усеяна острыми обломками камней и щебнем, сцементированными в плотную кору толщиной до нескольких метров. Там, где когда-то, в более влажные геологические эпохи, существовали озера, образовались мощные скопления гальки. Такие галечниковые пустыни называют **реги**. На пониженных участках поверхности происходят накопления песка, мелкозема и глины, чередующиеся с солончаками. Этот тип пустынь называют **сериры**. Настоящее море песка представляют собой **эрги**. Они возникают в разных местах Сахары в результате эолового (ветрового) переноса мелких частиц выдуваемого мелкозема. В эргах движущиеся пески образуют огромные **барханы** (иногда до 200 — 300 м высоты) и **дюны** различных размеров и по-



Вельвичия — единственное крупное растение пустыни Намиб, впитывающее влагу из туманов.

«Громадна пустыня Сахара: она в три раза больше Средиземного моря. В этом песчаном море нам также хорошо знаком «корабль пустыни» — верблюд. Скрипит ритмично песок, чуть бряцают привязанные котелки, и караван раскачивающихся верблюдов медленно движется гуськом в слепящем свете солнца. Монотонный, укачивающий шаг верблюдов, палящие лучи солнца, однообразный ландшафт, мучительная жажда утомляют путешественников.

Даже привыкшие к зною «сыны пустыни», погонщики-арабы, перестают свистеть на своих тростниковых флейтах. Но вдруг верблюды вытягивают шеи и, радостно пофыркивая, начинают бодро бежать: впереди, на краю горизонта, появляется синяя точка — оазис!» *Н. Верзилин.*■



Килиманджаро – на языке суахили «сверкающая гора». Это высочайшая вершина Африки.

Семейство гепардов.



стоянно меняющейся конфигурации. Гряды дюн тянутся на многие десятки и даже сотни километров. Скудная атмосферная влага просачивается в глубину песчаных толщ, и за многие тысячелетия в песчаных пустынях скопились крупные запасы подземных вод. В местах их выхода на поверхность возникают очаги жизни — оазисы. Самая большая концентрация населения – в долине реки Нил, который пересекает Сахару с юга на север. Воды Нила используются для орошения полей и плантаций.■

Растительность в сахарских пустынях на обширных пространствах вообще отсутствует или крайне разрежена и бедна видами. В песчаных пустынях растут многолетние злаки **псаммофиты** и **фреатофиты** с мощной корневой системой (например, злак дрин имеет длину корней до 20 м) или ксерофитные кустарники — акации, тамариск, саксаулы. В хамадах каменистые почвы покрыты черной пленкой — пустынным загаром, кое-где можно встретить искривленные стволы саксаула, а после дождей на несколько дней зацветают эфемеры. Только в оазисах можно увидеть деревья. Здесь выращивают очень ценную финиковую пальму, хлопчатник, маис, пшеницу, бананы и многие тропические культуры. Оазисы — очаги средоточения населения, остальная часть Сахары не заселена.

Между сахарскими пустынями и влажными экваториальными лесами впадины Конго располагается обширная полоса саванновых ландшафтов. Ее ширина — около 1000 км. Климат здесь постоянно теплый (даже в январе температура не опускается ниже +20°), но по увлажнению четко выделяются два сезона — влажный и сухой. Граничащая с пустынями сухая часть — опустыненная саванна, носит название **сахель**. Именно здесь губительно проявляются процессы опустынивания.■

Почти все серьезные экологические проблемы обусловлены тяжелым экономическим положением африканских стран и нищетой населения. Из 30 самых бедных государств мира 21 страна находится в Африке. На континенте живут 778 млн. человек (1998), и число жителей продолжает быстро увеличиваться: прирост народонаселения в Африке (до 4,4% в год) — самый высокий в мире. Через 10 лет на африканском континенте будет проживать почти 1 млрд. человек. Ученые подсчитали, что природных ресурсов континента явно недостаточно, чтобы обеспечить всем африканцам необходимый уровень питания, образования, жилищных условий. Слабое экономическое развитие, неграмотность населения, отсутствие капиталов и медицинской помощи характерны для большинства африканских стран. Как показали обследования, среди африканцев в начале 90-х гг. XX в. около 175 млн. человек постоянно недоедали, а в начале XXI в. это число возрастет до



Антилопы гну.

В Европе впервые узнали о кофе от итальянского врача Альпинуса, который сопровождал венецианское посольство в Египет, откуда и привез в 1591 г. рассказы о кофе. Он же дал первое описание кофе как медицинского средства: «В одном из египетских садов видел я дерево, приносящее семена, всем здесь известные и весьма распространенные: из них арабы и египтяне приготовляют любимый свой напиток, который все пьют вместо вина и в гостиницах подают так же, как у нас вино, а называют его кофе. Семена его привозят из счастливой Аравии. Деревцо похоже на бересклет, но только листья толще, жестче и вечно зелены. Настой пьют для укрепления желудка».

В египетских кофейнях рассказывали арабскую легенду о том, как в Эфиопии один пастух заметил, что козы, поевшие ягоды с кофейного куста, не спят, а всю ночь резвятся. Он рассказал об этом мулле, который решил на себе испытать действие ягод, чтобы не засыпать в мечети. Пастух оказался прав.■

Почти 400 млн. человек проживают в регионах, где мало влаги: в полупустынях, опустыненных или сухих саваннах. Такие ландшафты могут обеспечивать продовольственными культурами только относительно небольшое число жителей и то при условии очень бережного ухода за почвами. В основном почвы аридных и субаридных ландшафтов используются в земледелии слабо, а население предпочитает разводить скот. Именно в таких ландшафтах наблюдаются процессы деградации (разрушения) почв, происходящие или вследствие перевыпаса скота на пастбищах, или в результате неправильной обработки почв на пашнях.■

В плачевном состоянии находятся леса Африки. Они покрывают до 38% общей площади материка, но, чтобы расплатиться с внешними долгами и очистить земли для новых посевов, жители вынуждены безжалостно вырубать их. Влажные экваториальные леса в бассейне Конго сохранились в настоящее время всего на 30% территории.■

«Я не могу без волнения смотреть на это растение с длинными голыми стеблями, на верхушке которых — густые мутовки тонких листьев. Оно переносит мои мысли не только в далекие земли, но и в самые отдаленные времена.

У нас в Ленинграде, в Эрмитаже, бережно хранятся куски коричневых свитков со странными письменами, похожими на рисунки. Они найдены в Египте в древнейших могилах фараонов и знатных людей. В гробах (саркофагах) находили свитки странной «бумаги», перевязанные шнурками. Многие из этих свитков, некоторые длиной до 40 метров и шириной 1 метр, пролежали свыше 5 тысяч лет.

Кто писал эти странные письмена на длинных свитках? Писали в те далекие времена писцы, которые пользовались большим почетом. На желтых хрустящих свитках через тысячелетия дошли до нас красивые гимны, посвященные солнцу, сказки и рассказы.

Египетский свиток с письменами называется папирусом. В переводе с египетского языка папирус означает «дар реки».

Папирус — это растение, росшее в давние времена на болотистых берегах Нила. Его разводили вблизи Мемфиса, Фив и других городов. Сейчас папирус встречается только в верховьях Нила, на озере Чад и в бассейнах Нигера и Конго, т. е. в тропиках Африки...» *Н. Верзилин.*■

300 млн. человек. Чтобы увеличить производство продовольственных культур, необходимо расширять площади посевов, но в Африке мало земель, пригодных для распашки. На обширных пространствах господствуют пустыни, полупустыни или сухие саванны. В таких тяжелых условиях проживают 2/3 африканского населения (около 400 млн. человек). Опасность засухи существует в 36 странах Африки, но она особенно велика в граничащей с Сахарой зоне сахели.

Пахотные земли занимают здесь всего около 6% общей площади. А ведь освоение новых земель — весьма сложная задача: нужно сводить леса, приобретать сельскохозяйственные машины и оборудование для вспашки и ухода за посевами, нужны удобрения и хорошие семена и т. д. Все это требует больших денежных затрат, которых у местного населения нет. Более того, внешний долг стран Африки настолько огромен, что он составляет почти 80% общего валового дохода. Именно поэтому в ближайшие годы в африканских странах по-прежнему будет ощущаться недостаток продовольствия.

Разведению крупного рогатого скота во многих районах препятствует муха цеце, укус которой для домашних животных смертелен, поэтому даже ландшафты саванн недостаточно используются под пастбища. В таких условиях забота о сохранении природных ландшафтов и рациональном использовании их природных ресурсов отодвигается на задний план.■



Муха цеце и ее гигантская личинка.

Одна из тяжелейших проблем — недостаток чистой питьевой воды. Даже во многих городах в домах отсутствуют водопроводы, а сельское население использует для питья и приготовления пищи воду из рек, ручьев, прудов и других открытых водотоков. Установлено, что преобладающая часть африканцев не имеет доступа к чистым, защищенным от загрязнения пресным водам, а грязная вода — источник многих болезней, от которых умирают прежде всего дети.■

Один из горных массивов Большого Атласа.



Мадагаскар. Со склонов гор, лишенных защитного лесного покрова, вода смывает в реки красную глину.



Австралия и Океания



Гора Улуру (Айерс-Рок). Над пустынями Австралии поднимаются ярко-красные монолиты из песчаника.

Австралия — самый маленький материк Земли; его площадь — 7,7 млн. км². Он обладает уникальными ландшафтами, очень древними, но до сих пор сохраняющими своеобразие.

Материк слабо расчленен, поверхность преимущественно равнинная, и только на востоке протянулись невысокие Восточно-Австралийские горы — Большой Водораздельный хребет, Голубые горы, Австралийские Альпы (максимальная высота горы Косцюшко – 2228 м). На западе Австралии господствуют возвышенности и невысокие (до 400 — 500 м) плоскогорья, и лишь некоторые низкогорья поднимаются до высоты 1500 м. Центральная равнинная часть опущена, и озеро Эйр расположено ниже уровня моря. Большая часть материка принадлежит к области древней (докембрийской по возрасту) Австралийской платформы. Большой Водораздельный хребет относительно молод и имеет складчатую структуру.■

Крайние точки Австралии: северная — мыс Йорк (10°41′ ю. ш.); южная — мыс Юго-Восточный (39°11′ ю. ш.); западная — мыс Стип-Пойнт (113°05′ з. д.); восточная — мыс Байрон (153°34′ з. д.).■

Австралия — самый сухой континент планеты. Он расположен преимущественно в тропических широтах, и над ним круглый год господствуют антициклональные массы воздуха с низким влагосодержанием. В тропиках осадков выпадает от 50 до 150 мм в год. Температуры летом (в январе) превышают в среднем +30°С и зимой (в июле) удерживаются выше +10, +15°С, хотя ночью иногда возможны заморозки. Вся центральная и западная части Австралии заняты ландшафтами пустынь и полупустынь, которые протянулись на западе и юге материка до побережий Индийского океана и Большого Австралийского залива. В каменистых или щебнистых пустынях, занимающих центр Австралии, растут ксерофитные многолетние травы и невысокие вечнозеленые колючие кустарники акаций. Они образуют формацию **мулга-скрэб**. На западе и востоке распространены песчаные пустыни (например, пустыня Симпсон) с длинными грядами дюн, скрепленными сухими и жесткими злаками (высокая «тростниковая трава», спинифекс и др.).

Зоны увлажнения располагаются концентрично. По периферии тропических пустынь, где увлажнение возрастает, появляются редко стоящие ксерофитные кустарники эвкалиптов. Их называют **малли-скрэб**. Еще дальше к северу располагаются тропические и субэкваториальные саванны и редколесья, куда экваториальные муссоны приносят летом дожди, хотя зимой засуха продолжается до семи-восьми месяцев. Растительность саванн состоит из многочисленных видов злаков. Над покровом трав поднимаются эвкалиптовые деревья, а иногда и кипарисовые сосны, что придает ландшафтам парковый облик. В саваннах обитают различные сумчатые, в том числе большой рыжий кенгуру; а из птиц распространены австралийские дрофы, попугаи, страус эму. Обилие трав позволяет жителям выпасать многочисленные стада овец и крупного рогатого скота. Распаханных участков гораздо меньше, чем пастбищ. На полуострове Кейп-Йорк и на северных наветренных (тихоокеанских) склонах Восточно-Австралийских гор произрастают влажные тропические леса. Здесь круглый год тепло и влажно, поэтому леса имеют большое сходство по видовому составу и внешнему облику с дождевыми вечнозеле-

Уникален и животный мир Австралии. Процветанию особых форм животных — сумчатых млекопитающих способствовало отсутствие на материке хищников. Здесь широко расселились кенгуру, вомбаты, кускусы, сумчатый волк (ныне истребленный), сумчатый медведь коала и другие виды. Европейцы завезли сюда домашний скот: кроликов, лис, птиц, которые часто вытесняют местные виды животных.■

Серый кенгуру — самое крупное млекопитающее Австралии.



ными лесами Малайского архипелага. В них также много лиан и эпифитов, под пологом всегда сыро и темно, но древостой ниже и не столь богат видами. Здесь в изобилии растут пальмы, подокарпусы, гревиллея, серебряное дерево и др. Леса нещадно вырубались и сохранились плохо. На распаханных участках выращивают сахарный тростник и прочие тропические культуры. В южной части Восточно-Австралийских гор также произрастают влажные вечнозеленые леса, но уже субтропические.■

В центральной и юго-западной частях Тихого океана находятся многочисленные скопления островов, крупных и мелких. Они размещены в основном в тропических широтах и характеризуются мягким, влажным климатом и своеобразной, эндемичной флорой и фауной. Острова подразделяют на три группы.

Меланезия состоит из ряда крупных островов, расположенных южнее экватора. Это Новая Гвинея, Соломоновы, Новые Гебриды, Бисмарка, Новая Каледония, Фиджи. Рельеф островов — молодые горы, складчатые или вулканические. Здесь нередки землетрясения и извержения лав. Склоны гор покрыты густыми вечнозелеными дождевыми лесами или саваннами.

Микронезия — группы островов между экватором и Северным тропиком: Марианские, Каролинские, Маршалловы, Гилберта. Их происхождение — коралловые атоллы.

Полинезия — остальная часть Океании. Самый крупный архипелаг — Гавайские острова имеют вулканическое происхождение. Активно действующий вулкан Мауна-Лоа (4205 м) – самый большой по объему слагающего его материала вулкан на Земле. Более мелкие острова, разбросанные по всей восточной части Тихого океана, — преимущественно коралловые атоллы. Их поверхность покрыта влажными тропическими лесами.■



Остров Тасмания. Нетронутая человеком природа.

«У всех вырвался из груди крик восторга при виде эвкалиптов, достигающих двухсот футов в высоту, с губчатой корой толщиной в пять дюймов.

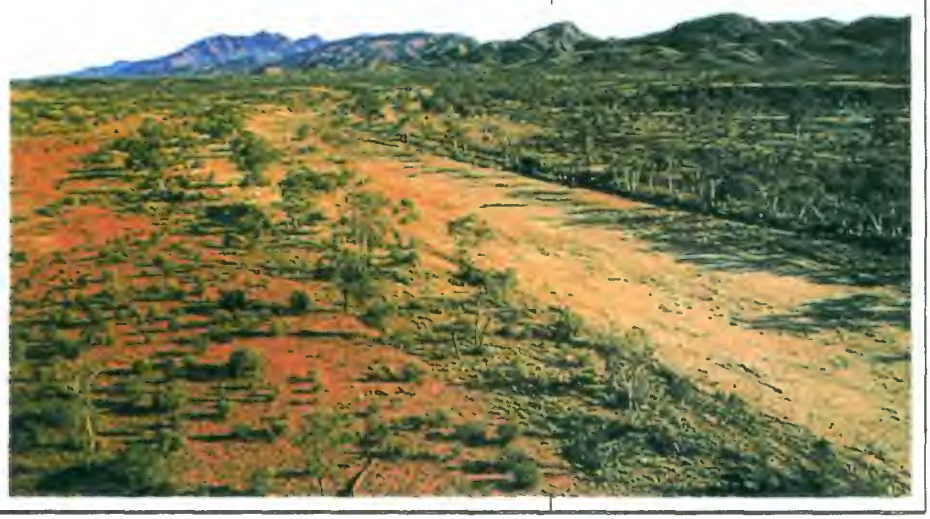
Чаща эвкалиптов представлялась глазу бесконечным рядом одинаковых колонн, уходящих вдаль.

На огромной высоте колонны эти увенчивались капителями из ветвей, на концах которых росли листья. У оснований листьев кое-где виднелись одинаковые цветы, формой своей напоминающие опрокинутые урны». *Жюль Верн.*■



Австралийский золотоплечий, плоскохвостый попугай на термитнике.

Малли-скрэб — эвкалиптовые редколесья Австралии.



Антарктида

Антарктида резко отличается от остальных материков нашей планеты. Это – единственный вокругполюсной материк Земли. Его поверхность на 99% покрыта мощным ледниковым панцирем. Объем льда достигает 26 млн. км³; это примерно 87% объема льда на Земле. Средняя мощность ледяного покрова – 1830 м, а максимальная – 4776 м. Ледники занимают площадь 13 980 млн. км². Если бы ледники Антарктиды растаяли, то уровень Мирового океана повысился бы на 62 м.

Антарктида – самый высокий материк Земли. Его средняя высота – около 2000 м над уровнем моря, что в 2,5 раза больше высоты остальных материков (870 м). Но поверхность коренных пород находится в среднем всего на высоте 110 м.

Коренное ложе материка неоднородно. Высокий Трансантарктический хребет пересекает материк от моря Уэдделла до моря Росса, отделяя массивную и более высокую Восточную Антарктиду от меньшей по размерам Западной Антарктиды. Хребет почти полностью перекрыт ледниками, но его максимальная вершина поднимается до высоты 4528 м (гора Керкпатрик).

Восточная Антарктида – единый ледяной купол, круто поднимающийся от побережий, но в центральной части он образует почти горизонтальное плато, с максимальными отметками около 4000 м над уровнем моря.

Поверхность Западной Антарктиды более ровная: здесь располагаются три ледяных купола, поднимающихся на неровностях подледного основания до 1000 – 2000 м над уровнем моря. Горные цепи прорывают ледниковый покров, образуя отдельные хребты. В одном из них – в горах Сентинел – находится высшая точка Антарктиды (5140 м) – гора Винсон. А на основании Восточной и большей части Западной Антарктиды размещается древняя платформа, осколок Гондваны.

Древний цоколь испытал глубокие расколы и разломы, по линиям которых крупные блоки перемещались вверх или вниз. Эти процессы сопровождались вулканической деятельностью, создавшей базальтовые и туфтовые плато Земли Королевы Мод и отдельно стоящие вулканические конусы. На древних породах залегают осадочные слои палеозоя, в которых обнаружены залежи каменного угля, а также медные и молибденовые руды.

Самые молодые участки – альпийские сооружения Антарктического полуострова, узкого, глубоко вдающегося в воды южной части Атлантического океана.

Вдоль берегов Антарктиды на прибрежных низменностях и на мелководьях обширных неглубоких заливов сформировались **шель-**



Антарктида была открыта в 1820 г. русскими мореплавателями **Ф. Ф. Беллинсгаузеном** и **М. П. Лазаревым**, которые командовали парусными кораблями «Мирный» и «Восток». В 1911 г. норвежский исследователь **Р. Амундсен**, а в 1912 г. англичанин **Р. Скотт** достигли Южного полюса. В 1957 г. на полюсе была создана научная станция «Амундсен – Скотт» (США).■

В 1956 г. были открыты советские научные станции: «Мирный» и «Пионерская» (первая внутриконтинентальная станция), а в 1957 г. на Южном геомагнитном полюсе – станция «Восток». Здесь была зарегистрирована самая низкая температура планеты –89,2° (июль 1983 г.).

В дальнейшем разными государствами на материке было открыто около сотни научно-исследовательских станций, работающих сезонно или круглогодично.■

Главная зона Антарктиды – снежно-ледовые антарктические пустыни, безжизненные и холодные. Лишь на самом севере Антарктического полуострова, в его западном секторе, появляются холодные влажные луга субантарктического пояса.■



Ледники Антарктиды.



Английская научная станция «Ротор» в Антарктиде.

Климат Антарктиды не всегда был таким суровым. На протяжении геологической истории на этом материке существовали теплые климатические условия, росли густые леса и водились рептилии. Но дважды – в перми (250 – 260 млн. лет назад) и в кайнозое (современный этап) материк покрывался огромным ледниковым панцирем.■

Из-за суровых условий местообитания органический мир Антарктиды крайне беден. Вдоль берегов зоны живут пингвины (два вида – пингвины Адели и императорские), буревестники, поморники, несколько видов тюленей (морской слон, тюлень-крабоед, тюлень Уэдделла). Их жизнь неразрывно связана с океаном. Наземная растительность на обнаженных ото льда скалистых выходах представлена только мхами, лишайниками и водорослями.■

фовые ледники. Они занимают до 12% общей площади материка (вместе с островами). Они подвижны, но местами как бы цепляются за поднятия дна. Крупнейшие среди них – шельфовые ледники Росса и Ронне-Фильхнера. В прибрежных горных районах Антарктиды существуют **выводные ледники** – похожие на реки массы льда, стекающие в океан. Самый крупный выводной ледник – Ламберта – имеет длину 700 км и ширину 30 – 40 км.

В прибрежной полосе есть участки суши, свободные ото льда и занятые талыми пресными водами, не замерзающими круглый год. Это – оазисы. В талой воде озер или ручьев произрастают водоросли.

Под тяжестью мощных ледниковых масс коренное ложе материка прогнулось, и во многих участках оно расположено ниже уровня океана. Наибольшая глубина поверхности кристаллического основания в Восточной Антарктиде – 2341 м, а в Западной – 2555 м.

По расчетам ученых, если антарктические льды растают, то основание материка постепенно поднимется и средняя высота Антарктиды составит +680 м.■

Климат Антарктиды очень суров. Средняя годовая температура воздуха в центральных районах равна 55 – 57° ниже нуля, а зимой она опускается до –60°. Коротким антарктическим летом температры поднимаются до –35, –50°, и лишь на побережье могут наблюдаться положительные температуры (до +2°).

Круглый год над ледниковой поверхностью материка господствует приполюсной антициклон термического происхождения, с нисходящими потоками воздуха. Воздух, холодный и сухой, оттекая от центра антициклона образует стоковые ветры. Отсутствие облачности создает дополнительное выхолаживание. Этому процессу способствует также высокое альбедо – практически вся солнечная радиация (более 90%), скудная на этих широтах, отражается от поверхности льда и уходит в мировое пространство. Поэтому в Антарктиде экстремальные морозы, преобладают ясные погоды с малым количеством осадков (до 30 – 50 мм снега в год), сильные ветры.■





Изображение разгула стихий на немецкой гравюре XVII в.

ЧЕЛОВЕК И СТИХИЙНЫЕ БЕДСТВИЯ

Со стихийными бедствиями человек сталкивался издавна. Об этом мы узнаем из мифов, которые возникли около 15 тыс. лет назад. Мифы и сказания охотников, собирателей, земледельцев, кочевых скотоводов изобилуют описанием необычных морозов, жары, засухи, сильных ветров, наводнений, градобитий, землетрясений, лесных и степных пожаров и т. д.

Периодические катастрофы — землетрясения, наводнения, гибель семян маиса (кукурузы) — упоминаются в мифах древних индейцев майя на территории Мексики. Самые ранние из этих катастроф произошли, вероятно, 7 — 4 тыс. лет назад. Исчезновение маиса — главной зерновой культуры майя – могло быть вызвано вулканическим пеплопадом. Такого рода бедствие действительно пережито одной из групп майя в конце I тысячелетия до н. э.■

О древнейших землетрясениях, извержениях вулканов и цунами в своих преданиях рассказывают австралийские аборигены: «В те далекие времена, когда люди еще не жили племенами, пришли на землю великая тряска и большая вода. Задул самый сильный из ветров, пошел дым и полетела пыль с гор. Так было много дней и ночей... А потом вдруг все затихло. Не было больше ветра, но пропал воздух. Стало очень трудно дышать, и умерло много людей. Вдруг опять задул ветер, загремел гром, затряслась земля и покатились по суше большие волны воды. Остались живы толь-



Извержение вулкана.



Так изображалось в летописи плавание Ноева ковчега во время Всемирного потопа.

Библейский миф о Ноевом ковчеге, скорее всего, связан с известными прорывными паводками на Армянском нагорье, в верховьях Тигра и Евфрата. Там вулканические отложения создали много непрочных плотин на реках. В ассирийском варианте этой истории, более древнем, чем библейский, ковчег оказался не на горе Арарат, а на одном из холмов, окаймлявших речную долину.■

В Перу приморская цивилизация моче — земледельцев, проложивших множество оросительных каналов, — угасла в VII – VIII вв. н. э. после разрушительного 30-дневного наводнения. Бедствие было вызвано ливневыми дождями и, вероятно, прорывом горных озер.■

На картине изображены природные стихии — пожары, наводнения, извержения вулканов.



Семья Ноя высаживается из ковчега на гору Арарат.

ко те люди, которые забрались высоко на утесы. Ушла большая вода — и по земле запрыгали рыбы, такие, каких еще никто никогда не видел. Спустились люди с высоких утесов и удивились: там, где были холмы, стали долины, а на месте прежних долин выросли холмы. Солнце тоже начало делать все наоборот: раньше оно приходило с севера и уходило на юг, а после великой тряски и большой воды стало приходить с востока и уходить на запад». Ученые считают, что эти бедствия не характерны для природы Австралии и что предки австралийцев могли все это пережить только на их пути из Северного в Южное полушарие («солнце... наоборот») вдоль Зондского архипелага. В Австралии же они появились не более 30 тыс. лет назад. В те периоды, когда происходило потепление климата и таяли континентальные ледники (это было примерно 18 — 5 тыс. лет назад), человек в основном страдал от наводнений — морских, речных, озерных. О нескольких потопах рассказывают мифы разных народов Евразии (на территории от Ирландии до Вьетнама). Древнейшие из запомнившихся людям потопов произошли более 12 тыс. лет назад. Как свидетельствуют мифы, причинами потопов были прорывные и нагонные наводнения, ливни и, возможно, цунами. В некоторых случаях наши прародители спасались на заранее построенных кораблях-ковчегах. Значит, они умели предвидеть опасные природные события. Кстати, и сейчас охотничьи племена Амазонии умеют предугадывать наводнения и вовремя уходят от берегов рек на холмы. На их «прогнозы» ориентируется даже бразильская государственная гидрометеорологическая служба. На Тянь-Шане еще в XIX в. скотоводы пользовались советами эсепчи (вычислителей) — мудрецов, которые умели предсказывать погоду и плодородие горных пастбищ на предстоящее лето. Широко известно, что горцы обладают как бы «лавинным чутьем» и умеют выбирать безопасные места для поселений и предвидеть периоды схода лавин.■

Библейское сказание о Всемирном потопе заимствовано у шумеров и отражает гибель убайдской культуры около 5,5 тыс. лет назад в дельте рек Тигр и Евфрат. Потопу способствовало послеледниковое поднятие уровня Персидского залива, а причиной его стал сильный ураган, создавший ветровой нагон воды и принесший обильные ливни («шесть дней и семь ночей мрака, бури и опустошения»). Возможно, ураган совпал с землетрясением, породившим цунами.■



НЕКОТОРЫЕ ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ, ОБЩЕСТВЕННЫЕ И ПРИРОДНЫЕ СОБЫТИЯ В СТАРОМ СВЕТЕ В ПОСЛЕДНИЕ 15 ТЫС. ЛЕТ

Тыс. лет назад	Климат	Уровень океана относительно современного, м	Численность населения, млн. человек	Хозяйственные и общественные события	Опасные природные события и стихийные бедствия
15	Позднe- и послеледниковое потепление	-100		Межплеменной обмен знаниями и товарами	
14				Приручение собаки	
13			5		
12				Начало земледелия, появление первых постоянных поселений	Появление опасностей, характерных для периода ручного земледелия
11	Резкие колебания температуры воздуха и увлажненности				
10		-40			
9		-30		Одомашнивание кошки, коровы, лошади	
8	Климатический оптимум (тепло, влажно)	-20		Общественное разделение труда, ремесел; орошение; плавка железа; широкое использование меди; каботажное мореплавание	Появление опасностей, характерных для периода орошаемого земледелия
7		-10			
6		-0	20	Начало войн, возникновение государств; сложные ирригационные сооружения; профессиональная армия; бронзовое оружие; войны за земли; первая империя	Гибель «Атлантиды» на берегах Черного моря из-за подъема его уровня; Всемирный потоп в Месопотамии
5		+2	35		Первое крупное наводнение в истории Китая
4		0	60	Широкое использование железа	Гибель библейских Содома и Гоморры от пеплопада
	Начало иссушения климата		100		Начало засоления почв в Месопотамии
3		-1,5			Гибель «Атлантиды» на острове Крит из-за взрыва вулкана; начало усиленной вырубки лесов; оскудение земледелия в Греции; угасание Вавилона из-за засоления полей
			170		
2	Малый климатический оптимум	0		Водяная мельница	
				Ветряная мельница	
		+1	300		
1	Малый ледниковый период	0	500	Огнестрельное оружие; заселение всех пригодных для земледелия регионов; широкое использование угля; железные дороги, автомобиль, самолет	Появление опасностей, характерных для индустриального природопользования; ускорение роста ущерба от стихийных бедствий
0			1000		
			5600		

Около 6 тыс. лет назад обитатели побережий Эгейского моря наблюдали прорыв средиземноморских вод через Босфор в Черное море. Минойцы связали это событие с землетрясением, устроенным Посейдоном. Быстрый подъем уровня Черного моря приблизительно на 25 м создал потоп, о котором говорится в греческих и других мифах. Возможно, он лег в основу легенды о гибели «Атлантиды», затопленной морем. Эту легенду принес в Древнюю Грецию из Египта Пифагор в VI в. до н. э., а Платон изложил ее в диалоге «Тимей». Согласно Платону, это был крупный остров западнее Гибралтара, заселенный земледельцами. Следов такого острова геологи пока не обнаружили. Заметим, что Платона интересовали не конкретные стихийные бедствия, а развитие и гибель государств, поэтому платоновская «Атлантида», скорее всего, обобщенный образ, рождение которого обязано многим событиям.

По мнению современных исследователей, по-видимому, речь идет о затоплении обжитых берегов Черного моря 5 — 6 тыс. лет назад и гибели крито-минойской культуры на острове Крит около 1410 г. до н. э. в результате взрыва вулкана Санторин, вызвавшего землетрясение и огромную волну цунами. Взрыву предшествовали выбросы газов и пепла, которые происходили в течение 10 — 20 лет и достигали Египта.■





Примеры традиционного сейсмостойкого строительства в Китае: сильнейшие землетрясения лишь немного повреждают строения.

Люди, стремясь защититься от природных бедствий, выбирали для поселения наименее опасные места и приспосабливали свой образ жизни к возможным стихийным бедствиям. Так, уже в древности земледельцы изобрели дома со съемной крышей на случай урагана (на островах Океании), размещали деревни на высоких сваях. Русские избы — пример легковосстанавливаемых конструкций для холодного климата, а японские домики из бамбука и бумаги — для теплого.

Первыми инженерными сооружениями для защиты от природных опасностей (засух и наводнений) стали оросительные каналы и ограждающие дамбы в Египте, Месопотамии, Китае, Средней Азии. С орошаемым земледелием связано не только возникновение государств, градостроительства, мореплавания, но и расширение круга природных опасностей, в результате чего хозяйства стали более уязвимы к их воздействиям.

В IV в до н. э. Платон, представляя историю в виде циклов расцвета и угасания государств, включил в число главных причин упадка стихийные бедствия.

Уже тысячи лет назад люди осуществляли сейсмостойкое строительство, гидроизоляцию фундаментов зданий на подтапливаемых участках, защищали берега портов от **абразии** (размыва) и т. д. Строительством ирригационных систем, храмов, городов ведали специальные государственные учреждения. Для прогноза наводнений велись регулярные водомерные наблюдения. Словом, уже в древние времена появилась система управления сложным хозяйством, включавшая всевозможные способы снижения природного риска.■



Русская изба.



Извержение вулкана на одном из островов Исландии. В борьбе с потоками лавы современное местное население иногда использует водометы, как это было в январе 1972 г. Под холодными струями лава застывает и останавливается.

НАУКА И СТИХИЙНЫЕ БЕДСТВИЯ

От природных опасностей человечество пыталось защищаться давно; некоторые достижения остаются до сих пор непревзойденными. Однако знания, положенные в их основу, имеют один недостаток — они ненаучны, а потому и не применимы в других условиях. Научный же метод опирается на всеобщие причинно-следственные связи, что позволяет предвидеть различные явления в любых условиях.

Первые попытки научного объяснения природы были предприняты греками, в частности **Аристотелем** (IV в. до н. э.). Однако они не получили развития, поскольку не были жизненно необходимы. Эмпирическими знаниями довольствовалась и средневековая Европа, пополнявшая сведения об опасностях интереснейшими для нас хрониками стихийных бедствий. Знакомство европейцев с другими континентами и цивилизациями в XV — XVII вв. (эпоха Великих географических открытий) показало ограниченность прежних знаний о природе, а промышленная революция подтолкнула к развитию наук о Земле.■

Известны две концепции развития природы и общества — катастрофическая и эволюционная. В 1812 г. французский зоолог **Жорж Кювье** (1769 – 1832) предложил «теорию катастроф» для объяснения изменений флоры и фауны в геологическом прошлом. Согласно этой теории, в истории Земли эпизодически происходили могучие природные катастрофы, которые уничтожали все живое и освобождали место для новых видов животных и растений. Через несколько десятилетий была выдвинута другая теория, эволюционная, обоснованная английскими естествоиспытателями **Ч. Лайелем** (1797 – 1875) и **Ч. Дарвином** (1809 – 1882).
Эволюционная концепция была воспринята и гуманитарными науками. В трудах археологов, историков, географов господствует мысль о том, что развитие народов определяется природными ресурсами и условиями, благоприятными для товарообмена.
Интерес к концепции катастроф возродился в 70-е гг. XX в., когда ученые осознали возможность социально-экологических катастроф в результате истощения ресурсов природной среды.



Для защиты своих жилищ от оползней и обвалов некоторые народы издавна используют местный материал для закрепления грунта на склоне.



Пример современного строительства в сейсмоопасных районах США.

К неблагоприятным и опасным природным процессам и явлениям (НОЯ), или, проще, к природным опасностям, относятся все те, которые ухудшают условия жизни и хозяйственной деятельности человека. Стихийное бедствие – это результат такого природного воздействия на население и хозяйство, при котором нередко нарушается привычная обстановка, гибнут люди и (или) материальные ценности. Такие события воспринимаются населением как всеобщее несчастье. Стихийные бедствия называют также природными чрезвычайными ситуациями (ЧС). Для индустриального производства характерны природно-техногенные ЧС, т. е. такие события, при которых сравнительно слабые природные воздействия служат «спусковым крючком» для тяжелых аварий. Размер стихийных бедствий и других ЧС определяют по величине потерь, а также по тяжести последствий: ЧС-1 – сроки восстановления последствий – до трех суток; ЧС-2 – до года; ЧС-3 – до 5 – 7 лет; ЧС-4 – более 7 лет, хозяйство восстанавливается не полностью; ЧС-5 – в обозримые сроки потери невосстановимы.■

Количественным анализом катастроф занимаются математики, исследующие социально-экономические системы или территориальные комплексы населения и хозяйства. Ими доказано, что внезапные скачкообразные изменения таких систем подготавливаются длительными изменениями, а возникают они от слабых случайных воздействий. К числу таких «соломинок, переламывающих спину верблюда», могут относиться стихийные бедствия и техногенные катастрофы. Таким образом, обновленная концепция катастрофизма в отличие от теории Ж. Кювье не отрицает эволюционных форм развития, но указывает, что видимые причины катастроф не обязательно должны быть очень сильными. Кстати, изучением природных опасностей и защиты от них долгое время занимались проектные, строительные и эксплуатационные учреждения, но с начала XX в. стали обособляться отраслевые науки о природных опасностях — сейсмология, инженерная геология, агроклиматология и др. Ученые вознамерились полностью обезопасить общество от природных опасностей. Эта цель казалась близкой, однако во второй половине XX в. вдруг сильно возрос ущерб от стихийных бедствий и других ЧС. Примерно тогда же выяснилось, что потребляемые промышленностью природные ресурсы могут быть исчерпаны уже в недалеком будущем. Специалисты предполагают также, что в ближайшие десятилетия возможно антропогенное потепление климата, которое может существенно изменить условия жизнедеятельности людей. Так возникла проблема устойчивого и безопасного развития человечества.■

Строительство плотин и водохранилищ — один из древнейших способов борьбы с наводнениями.



Еще «отец медицины» **Гиппократ** (около 460 – 370 гг. до н. э.) отметил отрицательное влияние резкой смены погоды на самочувствие человека. Это влияние стало наиболее ощутимо в современном мире. Например, при резких скачках атмосферного давления и температуры воздуха число автокатастроф в Западной Европе возрастает в 1,5 раза.■

Область знаний о путях перехода человечества к устойчивому развитию называется **социальной экологией**. Устойчивым можно считать развитие, при котором исключены всякие опасности, несущие людям тяжелые бедствия. Опасности бывают трех видов: **природные**, **социогенные** (т. е. рождающиеся в самом обществе опасности военного и экономического насилия) и техногенные (аварии на производстве, транспорте и т. п.). Бедствия наносят ущерб. Все виды ущерба подразделяются на

Наиболее разрушительные торнадо случаются на равнинах США.



Извержение вулкана — грандиозное и величественное зрелище.



социальный (для населения и общества); **экономический** (для хозяйства) и **экологический** (для природной среды, биосферы). Виды опасностей и ущерба взаимосвязаны. Так, например, для войны с Англией Испания построила к 1588 г. мощный флот из 130 кораблей — армаду. Для этого срубили столько деревьев, что обширные горные склоны в Испании оказались оголенными. В результате усилилась эрозия почв и земли превратились в пустоши. Так попытка снизить военный риск усилила рост природных опасностей и закончилась экологическим бедствием. А главная цель при этом не была достигнута: сильный шторм на Ла-Манше разбросал испанскую армаду, и она проиграла бой.

Когда в XX в. ученые создавали атомное оружие, они осознавали как возможность радиоактивного загрязнения окружающей среды, так и возможность разрушения опасных технических объектов силами природы. Однако задачи обороноспособности оказались важнее в будущем экологического и **природного риска**.■

Природный риск — это ущерб от стихийных бедствий, вероятный в будущем. Управление риском — это действия по его снижению до приемлемого уровня, но для этого сначала нужно решить, какой уровень риска приемлем. Например, для устойчивого развития территориальных комплексов и хозяйства следует исключить всевозможные ЧС 4-й и 5-й категории тяжести, затем оценить уровень риска и подобрать оптимальные меры его снижения до приемлемого. Обычно риск оценивают на основе прошлого опыта.





Пожары — самые губительные природные явления для флоры и фауны Земли. Для восстановления растительности необходимы многие годы. Первой на местах пожарищ появляется травянистая растительность.



При особо сильных грозах можно наблюдать одновременно целую серию молний.



Шаровая молния — довольно редкое явление.

Величина риска зависит от подверженности и чувствительности населения и хозяйства к опасным воздействиям, а также от их защищенности от этих воздействий. Подверженность определяется тем, какие виды природных опасностей возможны на рассматриваемой местности. Чувствительность зависит от характера производства, прочности построек и т. д. Она повышается по мере усложнения производства. Защита от природных опасностей снижает подверженность и (или) чувствительность населения и хозяйства к опасным воздействиям.
Расходы на защиту и на восстановление потерь от стихийных бедствий характеризуют величину «сопротивления природной среды» человеку.■

Наибольшее число жертв при стихийных бедствиях в XX в.: при наводнениях — 2 млн., Китай, 1959 г.; 1,6 млн., Бангладеш, 1987 г.; 1,4 млн., Китай, 1931 г.; при засухах — 1,5 млн., Индия, 1965 — 1967 гг.; 1,2 млн., Африка, 1970 — 1974 гг.; 1,0 млн., Африка, 1984 — 1987 гг.; при ураганных ветрах — 300 тыс., Бангладеш, 1970 г.; 61 тыс., Бангладеш, 1942 г.; 50 тыс., Китай, 1912 г.; при землетрясениях — более 655 тыс., Китай, 1976 г.; 200 тыс., Китай, 1927 г.; 105 тыс., Япония, 1923 г.; при извержениях вулканов — 26 тыс., Мартиника, 1902 г.; 23 тыс., Колумбия, 1985 г.; 5 тыс., Индонезия, 1919 г.; при оползнях и обвалах — 67 тыс., Перу, 1970 г.; 4 тыс., Перу, 1962 г.; 2 тыс., Италия, 1983 г.■

При грозах отмечены случаи взрывов складов боеприпасов (в России). Градом повреждались крупные самолеты на земле и в воздухе (в России, США). Однако в основном градобития приносят ущерб сельскохозяйственным культурам. Иногда после выпадения сильного града приходится полностью пересевать поврежденные поля.■

Существуют общие закономерности изменения природного риска (о чем свидетельствует исторический опыт), которые происходили и происходят по двум причинам — природной и человеческой. Естественные изменения климата, оледенения, изменение уровня Мирового океана отражаются на распространении стихийных бедствий, поэтому они и запечатлелись в мифах, повествующих о суровых морозах, потопах, землетрясениях на протяжении всей истории разных народов.
Долгое время человек совершал действия, которые вели к повышению природного риска. Так, в результате расселения людей и увеличения их численности они оказывались на территориях со все более возрастающим «сопротивлением природной среды», а усложнение технологий хозяйства расширило круг опасных природных процессов и явлений.■

Вольно или невольно человечество способствовало усилению опасностей. Например, вырубка лесов за последние 5 тыс. лет привела к изменению речного стока, к увеличению числа наводнений и их мощи, а также к смыву почв на склонах гор и холмов, к иссушению земель иногда до опустынивания. Неправильное орошение стало причиной засоления почв в древних земледельческих районах юга Азии. Крупные индустриальные города создали «факелы» тепла и влаги, в результате чего количество гроз и смерчей в этих местах увеличилось. Сами города превратились в районы массового подтопления зданий и подземных коммуникаций. В XXI в. вследствие ожидаемого антропогенного потепления климата возможен быстрый рост природных опасностей.
Изменяется и отношение людей к природному риску. Этот фактор наиболее значим, хотя и изучен хуже других. Отношение к природному риску зависит от особенностей этнической культуры и от того, какие еще опасности испытывает народ. Важный момент этнической культуры состоит в том, воспринимается природа как союзник или как объект покорения, когда на природу смотрят свысока и к природным опасностям относятся с пренебрежением. Очень важно, считает ли сам народ свое благополучие и благополучие своих потомков главной ценностью или же преобладает стремление отдельных групп населения к индивидуальному благосостоянию. В последнем случае отношение к природному риску менее дальновидно. Подобное невнимание людей к природному риску особенно характерно в последние два века для западной цивилизации.■



Виды опасностей

Создавать стихийные бедствия могут 30 — 35 видов природных явлений. Главными же виновниками стихийных бедствий в мире являются наводнения, сильные ветры, землетрясения, извержения вулканов и засухи.

Опасные природные явления различаются по происхождению (генезису), форме воздействия на те или иные объекты, характеру границ зон воздействия, по продолжительности, повторяемости, интенсивности (силе).

По форме воздействия опасные природные явления могут быть разрушительными, парализующими и истощающими. Парализующие воздействия прерывают потоки грузов, прекращают доступ энергии. Истощающие снижают плодородие почв, урожай и т. п. Форма воздействия зависит, помимо прочего, от вида объекта. Например, наводнение может быть разрушительным для населенного пункта, парализующим для затопленных автодорог, истощающим для урожая.

По продолжительности и повторяемости опасные явления бывают постоянными (например, подтопление городов, засоление почв), разовыми (карстовые просадки), периодическими (сезонные наводнения, ветры), случайными (падение метеоритов, особо сильные землетрясения). По скорости нарастания различаются опасности быстрые (обвалы, землетрясения) и медленные, или «ползучие» (засухи, заиливание водохранилищ). Интенсивность опасных воздействий оценивают по степени повреждений, получаемых различными постройками, дорогами и другими объектами. Отношения физических показателей природных опасностей и степень повреждений оценивают и записывают в виде шкалы. Первую в европейской науке шкалу оценки силы ветра предложил в 1806 г. английский военный гидрограф и картограф, контр-адмирал **Ф. Бофорт** (1774 – 1857). В 1935 г. американским сейсмологом **Ч. Рихтером** была составлена шкала интенсивности землетрясений по выделяемой ими энергии. Сходные шкалы приняты и для оценки некоторых других видов природных опасностей. С помощью этих шкал определяют тяжесть чрезвычайной ситуации (ЧС), создаваемой тем или иным опасным воздействием.■

Сила землетрясения определяется количеством энергии сейсмических волн, выделившейся в подземном очаге, и обозначается магнитудой — условной системой единиц от 1 до 8,5 по шкале Рихтера. Магнитуда пропорциональна логарифму высвободившейся энергии. Разрушительная способность землетрясения зависит от глубины очага и от геологических условий. Эта способность характеризуется в условных баллах интенсивности, или силы землетрясения на земной поверхности.■

Силу ветра по его действию на наземные предметы и по волнению моря шкала Бофорта оценивала в баллах: 0 – штиль (безветрие); 4 – умеренный ветер; 6 – сильный ветер; 10 – буря (шторм); 12 – ураган.■



В результате землетрясения разрушаются жилые дома, автомобильные и железные дороги, плотины и прочие сооружения.

Метеоритная опасность. Источником метеоритов является так называемое «облако» Оорта — рой комет Солнечной системы. Нидерландский астроном **Ян Оорт** (1900 – 1992), изучая звезды, доказал вращение Галактики (1927). Прямые наблюдения и подсчет находок метеоритов показали, что ежегодно в атмосфере происходит около 80 метеоритных взрывов, соизмеримых по мощности с атомными, в результате чего на Землю падает около 19 тыс. метеоритов массой более чем по 100 г.

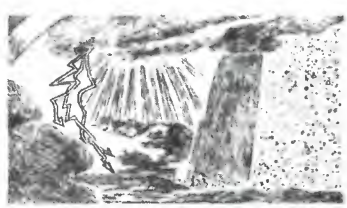
Следами падения крупных метеоритов являются кратеры-**астроблемы**. За последние 600 млн. лет

ОПАСНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ЯВЛЕНИЯ		
Генезис НОЯ (преимущественно)	**Типы природных опасностей по характеру границ зон поражения**	
	Слабо ограниченные или возможные повсюду	**Резко ограниченные**
Солнечно-космические	Падение метеоритов Магнитные бури	
Геологические и геоморфологические	Землетрясения Выбросы вулканических газов и пепла, вулканических лав	Цунами Потоки Обвалы, камнепады Оползни Водоснежные потоки Снежные лавины Обрушения и подвижки ледников Карстовые просадки
Метеорологические и гидрологические	Тропические циклоны (ураганы, тайфуны) Смерчи, шквалы Грозы, градобития, удары молний Морские льды, айсберги Экстремальная жара Экстремальные морозы Возвраты холодов в период вегетации Экстремальные ливни Экстремальные снегопады Метели Гололед, изморозь, обледенение Мерзлотные деформации грунта, термокарст Дефляция почв, пыльные бури Засухи, суховеи Резкие скачки атмосферного давления и температуры	Наводнения. Сели Подмыв берегов рек и каналов Абразия (размыв) берегов морей и водохранилищ Затопление и осушение берегов бессточных водоемов Подтопление, изменение уровня грунтовых вод
Биогеохимические в водоемах	Биогеохимическая коррозия	Выбросы опасных газов
Биологические	Пожары лесные, торфяные, степные Массовое размножение вредителей сельского хозяйства Болезни домашних животных и растений Эпидемии Биопомехи транспорту и автоматизированным системам управления	

на Землю упало, вероятно, около 300 тыс. метеоритов, способных создать кратеры-астроблемы. На суше насчитывают 100 — 120 астроблем диаметром 0,1 — 140 км. Следы всех остальных крупных метеоритов стерты временем или находятся на дне океанов.

Удары мелких метеоритов представляют угрозу для отдельных людей и зданий: метеорит массой 200 г и более способен пробить крышу здания. Такие события происходят примерно 10 — 20 раз в году.

Ежегодно возможен метеоритный удар в 0,02 мегатонны (Мгт); раз в 25 лет — 0,6 Мгт; раз в 100 лет — 3 Мгт; раз в 1000 лет – около 50 Мгт (со-



Так изображали стихийные бедствия в русских летописях.

В ноябре 1663 г. отмечен метеоритный дождь в Вологодской губернии: «В Белозерском уезде в селе Новые Ерги после захода солнца камение, огнем горящее, падало на землю, и снег от них таял, а иное в мерзлую землю уходило глубоко, и шум был аки гром». ■



Метеоритный дождь.



Кратер, образовавшийся в результате падения довольно крупного метеорита.

Сильные ветры, достигающие ураганной силы, и смерчи наносят значительный ущерб городам и поселкам. Огромные массивы леса в результате воздействия сильных ветров и смерчей превращаются в буреломы.



измеримо с энергией взрыва вулкана Кракатау в 1883 г.). Падение метеоритов диаметром в десятки и сотни метров (масса 10^3 — 10^7 т) представляет уже региональную угрозу. По разным оценкам, оно вероятно раз в 10 — 100 тыс. лет. По выделяемой энергии такое событие сравнимо со взрывом сотен атомных бомб или с сильнейшим землетрясением. От сейсмических воздействий и воздушной ударной волны были бы разрушены здания на площади в десятки тысяч квадратных километров (площадь Москвы — около 1 тыс. км^2). При падении такого метеорита в океан образовалась бы волна высотой в десятки метров.

Столкновение Земли с крупным астероидом или кометой диаметром более 1 км (масса 10^9 — 10^{12} т; энергия удара – более 50 тыс. Мгт) представляет глобальную угрозу, соизмеримую с ядерной войной. Следствиями такого события могут стать сильнейшие землетрясения, пожары, запыление атмосферы («метеоритная зима»), кислотные дожди, возможное исчезновение на некоторое время магнитосферы, а в случае падения небесного тела в океан может подняться волна высотой в сотни метров и затопить бóльшую часть низменностей. Подобные события вероятны раз в 10 — 100 млн. лет. В геологическом прошлом они приводили к резким кризисам в биосфере (массовое вымирание животных, смена состава господствующих видов). Последним был кризис, оборвавший мезозойскую и открывший кайнозойскую эру около 65 млн. лет назад. Он создал условия для развития млекопитающих, в том числе гоминидов.

Человечество пока беззащитно против падения крупных метеоритов. Что же касается опасности от удара мелких метеоритов, то ее стали учитывать (правда, не всегда) при проектировании защитных покрытий атомных энергетических установок и похожих объектов.

Из числа известных метеоритных событий в России наиболее крупным является падение Тунгусского метеорита в Сибири 30 июня 1908 г. в ненаселенной части бассейна реки Подкаменная Тунгуска. Энергия его взрыва, происшедшего в воздухе, оценивается в 12,5 Мгт, что сравнимо со взрывом мощной водородной бомбы. В эпицентре взрыва лес был повален на площади около 2 тыс. км^2.

Зарегистрирован взрыв метеорита 26 февраля 1984 г. над рекой Чулым, притоком Оби, на высоте около 100 км. Взрыв наблюдали и слышали в Томске. Здесь сотрясалась почва, в домах перегорели лампочки, в аэропорту вышли из строя фотоэлементы. ■

Землетрясения происходят в основном в тектонически активных зонах. Они способны создавать чрезвычайные ситуации 1 — 4-й категорий тяжести. На территориях, где возможны разрушительные землетрясения, проживает половина населения Земли. Опасность при землетрясениях усиливается горными обвалами, оползнями, прорывами подпрудных озер и водохранилищ, а также пожарами и выбросами токсичных веществ из разрушенных предприятий. Относи-



Метеорит, упавший на Землю в 1751 г.



Средневековая гравюра, изображающая извержение вулкана с потоками лавы и пеплопадом.

тельно слабые землетрясения, возможные повсюду, способны вызвать аварии на трубопроводах и технических устройствах, не выдерживающих вибрации. В XX в. отмечались антропогенные землетрясения — при заполнении водохранилищ глубиной более 100 м, при обрушениях в рудниках и карьерах, при добыче нефти и газа. Такие землетрясения отмечены в Татарстане и на Северном Кавказе.■

Извержения вулканов. Вулканы размещаются в основном в тектонически активных зонах, особенно в Тихоокеанском кольце. На Курильских островах расположено до 40 вулканов, а на Камчатке – 28. В Индонезии, Японии, Центральной Америке насчитывается по нескольку десятков вулканов. Всего же на суше — от 450 до 600 действующих и около 1000 спящих вулканов. Наиболее активные вулканы извергаются раз в несколько лет. На Курило-Камчатской вулканической дуге слабые извержения наблюдаются почти ежегодно, сильные — раз в несколько лет, катастрофические — раз в 50 — 60 лет. Извержение вулкана обычно длится дни или недели; серия извержений может тянуться десятилетиями. Извержения опасны лавовыми потоками, «палящими лавинами», пеплопадами, потоками грязи. Эти явления смертельно опасны в радиусе до нескольких десятков километров. Особо большие выбросы газов и пепла в атмосферу могут вызывать глобальное похолодание на один-два года. Примером таких последствий служат наблюдавшиеся в 536 г. неурожаи в Средиземноморье и на Ближнем Востоке и снегопады в Месопотамии, связанные с извержением вулкана на острове Новая Гвинея.■

Цунами — гигантские волны, возникающие чаще всего при землетрясениях на дне океана (их называют сейсмогенными), реже – в результате взрывных извержений островных вулканов или при сильных обрушениях берегов. Высота сейсмогенных цунами при выходе на берег достигает 30 — 40 м, вулканогенных — 100 м, вызванных обрушением — 500 м (в узком заливе). Разрушительные воздействия цунами складываются из подъемной силы воды, давления водного потока, ударов камней, песка и т. д. За XIX — XX вв. в мире отмечено около 200 сейсмогенных цунами, из них около 10% – в Средиземном море и Атлантике, остальные — в Тихом океане. Наиболее цунамиопасны берега Японии, Гавайских и Алеутских островов, Камчатки, Курильских островов, Аляски, Канады, Филиппин, Индонезии, Чили, Перу, Новой Зеландии, Эгейского, Адриатического и Ионического морей. Тяжесть последствий, создаваемых цунами, обычно не превосходит ЧС-3.■

Склоновые опасности. К этой группе относятся всевозможные перемещения камней, земли, снега по склонам гор, холмов, речных и морских берегов и т. д. Такие перемещения могут быть быстрыми и медленными.

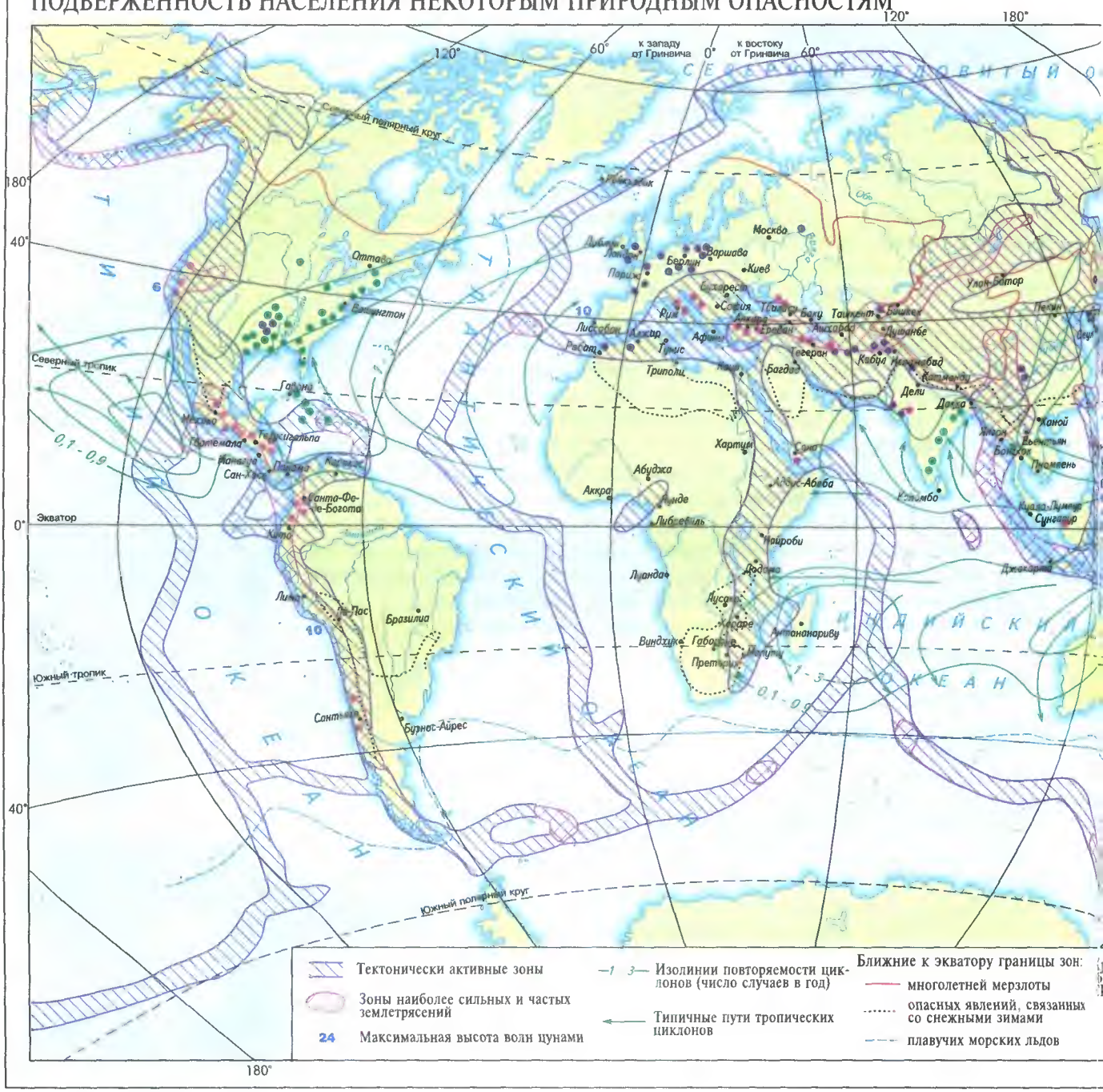
Содом и Гоморра, по библейской мифологии, – два города, уничтоженные за грехи небесным огнем и серным дождем, т. е. вулканическим извержением. Одно из вероятных мест этого события — лавовое плато к юго-востоку от Дамаска, где найдены остатки поселений, погребенные под толщей лавы, возраст которой около 4,1 тыс. лет.■

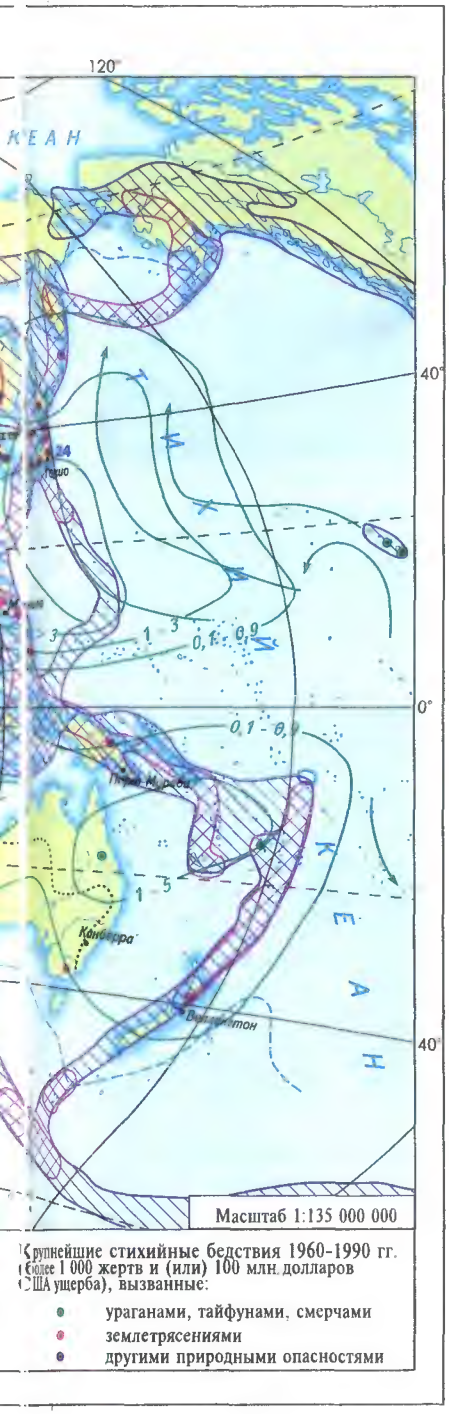
В России сейсмоопасные территории занимают 30% площади; опасности от землетрясений в 7 баллов и выше подвержено около 15% жителей. Землетрясения интенсивностью в 8 баллов и более возможны на Кавказе, в горах Южной Сибири, на нагорье Черского, востоке Камчатки и на Курильских островах. Такие землетрясения случаются на территории России в среднем раз в 10 – 15 лет. Всего же в сейсмоопасной зоне (6 баллов и выше) находится 103 города России.■

Волна, обрушившаяся на берег.



ПОДВЕРЖЕННОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ НЕКОТОРЫМ ПРИРОДНЫМ ОПАСНОСТЯМ





Быстрые — это камнепады, обвалы, снежные лавины, некоторые виды оползней. Их удары разрушительны. Среди медленных перемещений — различные виды оползания, способные деформировать постройки, трубопроводы, полотно дорог. Камнепады, обвалы скальных массивов и ледников создают непрекращающиеся процессы выветривания, растрескивания и т. п. Однако особо крупные обрушения происходят в результате землетрясений, необычно сильного намокания склонов или вследствие подмыва их подножий. Объем сейсмогенного Усойского обвала 1911 г. на Памире равен приблизительно 2,5 км^3; наиболее крупные из древних обвалов достигают 15 — 20 км^3.

Сила воздействия склоновых процессов на население и хозяйство не поддается описанию в виде простой шкалы. Оползни и обвалы речных берегов способны разрушить все, что находится на их поверхности или на их пути, но они довольно малы по площади, поэтому ущерб, который они наносят, не может считаться выше ЧС-2 или даже ЧС-3. Особо крупные обрушения в горах, возникающие при землетрясениях, способны причинить более тяжкие бедствия. Например, в Перу в мае 1970 г. масса льда и камня, сорвавшаяся с горы Уаскаран, прошла почти 20-километровый путь со скоростью до 90 м/с. Высота фронта обвала достигала 80 м. Обвал уничтожил город Ранраирка и часть города Юнгай, погубив около 67 тыс. человек.

На равнинах особенно опасны оползни и обвалы речных берегов. На территории России подмывается около четверти длины речных берегов. Средние скорости отступания берега не превышают 3 м в год, но на таких крупных реках с особо высокими половодьями и паводками, как Северная Двина, Обь, Лена, Амур и другие, они местами достигают 10 м в год и более. Медленные смещения грунта происходят на склонах, недостаточно крутых для обрушения: они захватывают обычно слой толщиной в несколько дециметров и имеют скорость до 0,5 м в год. Виды этих смещений обусловлены составом грунта, его увлажнением, промерзанием.

Оползни, лавины, медленные смещения часто происходят в результате деятельности человека. Так, вырубка лесов, подрезка склонов дорожными выемками, протечки водопроводов и т. п. только усиливают эти процессы. В принципе не осталось склонов, которые не сумел бы дестабилизировать человек.■

Селевые потоки серьезно угрожают населенным пунктам в горных районах.



Сильные ветры — это проявления разного рода атмосферных вихрей — циклонов, шквалов, смерчей. Они способны создавать в городах чрезвычайные ситуации категорий ЧС-1 — ЧС-3. Циклоны, при которых скорость ветра превышает 35 м/с, в Европе и Северной Америке называют ураганами, в Китае и Японии — тайфунами. Наивысшая скорость ветра при циклонах достигает 110 м/с, при смерчах — более 300 м/с. Наиболее часты сильные ветры в прибрежных районах Крайнего Севера России и Дальнего Востока, а на остальной ее территории — в степях.■

Циклоны зарождаются обычно над океанами. Над северной Атлантикой циклоны образуются круглый год и движутся в Евразию. Ежегодно их бывает несколько сотен, но лишь в единичных случаях на побережьях Западной Европы скорость ветра достигает ураганной, а в Восточной Европе штормовой (30 м/с). Тропические циклоны наиболее часты с июля по октябрь. Ежегодно возникает около 50 тропических циклонов, достигающих ураганной силы: из них около 25 — в Тихом океане, 15 — в Индийском, 10 — в Атлантике. Скорость ветра в 75% тропических циклонов бывает штормовой, а в 10% — ураганной. Некоторые тропические циклоны со стороны Атлантики достигают европейской части России, тихоокеанские — Дальнего Востока и Камчатки, индоокеанские — Каспийского моря и Северного Кавказа. В прибрежных районах циклоны наиболее опасны своими шквальными ветрами и нагонными наводнениями. Уходя в глубь суши, циклоны несут в основном обильные осадки, а также резкую смену погоды.■

Шквальные бури и смерчи возникают в теплое время года в основном на циклонических фронтах, но иногда в результате особо интенсивного местного образования кучевых облаков. Они сопровождаются мощными грозами и ливнями. Смерчи имеют к тому же большую разрушительную силу. Они могут осушать небольшие водоемы, за несколько мгновений превращать реки в траншеи. Смерчи случаются на равнинах в умеренных и более теплых климатических поясах, чаще всего на равнинах Северной Америки. Здесь их называют торнадо. Можно сказать, торнадо — национальный вид опасности в США: смерчи бывают здесь в среднем 750 — 850 раз за год. В России смерчи наблюдались южнее Полярного круга, в основном в южной половине европейской части, но повторяемость их такова, что каждый город может пострадать от них в среднем раз в 2000 лет.■

Потоковые, или струйные, бури отличаются сильными ветрами. Потоковые бури возникают в горных теснинах, где проходят воздушные потоки, или там, где они обтекают горные острова. Бури создают как движущиеся циклоны, так и потоки охлажденного воздуха с возвышенностей. Такие явления возможны во всех климатических поясах, характерны для определенной местности и часто имеют даже собственные названия. Например, в Дагестане ветер хазри связан с воздухом, обтекающим отроги Кавказа и идущим с юго-востока. Потоки, несущиеся по долинам, — это байкальские сарма и баргузин, а



В прибрежных районах при прохождении ураганов и тайфунов образуются огромные нагонные волны, которые все сметают на своем пути.



Торнадо. Видна воронка, спускающаяся на землю из «материнского облака».



Скорость ураганов может достигать 100 м/с. При таких скоростях ветра человек не может устоять на ногах, разрушаются постройки, а деревья вырываются с корнем.

На водных путях всегда опасными были сильные ветры. В 1408 г. на Ильмень-озере «буря велия» «человек с тысячу истопе». В 1471 г. здесь же шторм потопил около 180 новгородских судов; погибли более 900 человек, много разных товаров. В 1552 г. бурей потоплены суда у Казани. В 1559 г. «много людей с хлебом разбило на Волхове», в 1846 г. — 19 судов на Каме и Волге. В 1899 г. осенний шторм на Верхней Волге повлек аварии и гибель более 20 судов, включая пароходы. В XX в. с появлением крупных водохранилищ бури на них стали опасны и для больших судов.■

также новороссийская бора. Бора случается 10 — 15 раз в год, почти ежегодно достигает ураганной скорости и вызывает шторм в Цемесской бухте. В зимнее время шторм создает обледенение судов и берегов.■

Особо сильные дожди создают наводнения, вызывают селевые потоки, активизируют оползни, рост оврагов и т. п. Они часто сопровождаются грозами и градом. Способны создавать чрезвычайные ситуации 1 — 3-й категорий тяжести. Сильные дожди наблюдаются в период мощных циклонов, а также при грозе местного происхождения. Больше всего осадков выпадает летом вблизи океанов, поставляющих влагу, на наветренных склонах гор, в экваториальном и тропическом поясах. Для возникновения этих видов опасностей не так важна норма осадков, сколько отклонение от нее, поэтому при описании таких событий обычно сообщают, что выпало столько-то месячных норм осадков.■



Ливни и продолжительные дожди выпадают практически везде, они вызывают наводнения, оползни и селевые потоки.

Наиболее сильные ливни проходят при фронтальных и местных грозах. В тропиках случаются ливни, когда выпадает до 500 — 800 мм в сутки, в России в европейской части — до 160 мм в сутки, в Приморье — до 230 мм в сутки, т. е. до 25 — 40% годовой нормы. Они обычно длятся 2 — 4 ч, охватывают площадь в десятки – сотни квадратных километров и вызывают значительные паводки на малых реках и затопления в городах. Фронтальные ливневые дожди длятся четверо-пятеро суток с перерывами — до трех-четырех недель; они охватывают площадь до сотен тысяч квадратных километров. За один ливневый дождь в тропиках сумма осадков может превысить среднюю годовую. В России ливневые дожди дают до 150 — 200 мм осадков, т. е. не больше половины годовой нормы. Дождевые паводки выше, чем при снеготаянии, и возможны на реках с площадью бассейна до 1 тыс. км^2.■

Грозы наиболее часты в экваториальном и субэкваториальном поясах. Над озером Виктория в Африке грозы гремят 210 дней в году, во Флориде (США) — 90 — 100 дней, в умеренном поясе – 10 — 30 дней в году. В центральной части европейской территории России среднее число дней с грозами 15 — 30, севернее — 10 и менее. Грозы часто сопровождаются градобитиями. Размер градин определяет опасность. Рекорд массы градин (7 — 10 кг) принадлежит Индии, где отмечены случаи гибели слонов от града. В России наиболее градоопасны предгорья Кавказа; здесь нередко выпадают градины массой 60 — 70 г. Площади градобитий достигают 50 — 60 км в длину и 10 км в ширину. Наибольшая толщина слоя града – свыше 0,5 м в Колорадо (США) и 10 см – в России, а для сильных повреждений посевов достаточно слоя толщиной в несколько сантиметров. Около 90% ущерба наносят редкие (около 10% общего числа) градобития.■

В июле 1882 г. ливень размыл железную дорогу у села Михайловское Орловской губернии. Средняя часть проходившего пассажирского поезда рухнула на дно только что образовавшегося оврага. Погибло много людей. Эта катастрофа, названная Кукуевской, по имени ближайшей станции, дала толчок научной разработке водопропускных сооружений. В 80-х гг. XX в. среднее число погибших на железных дорогах в расчете на один пассажиро-километр в СССР было в 6 раз ниже, чем в Западной Европе, и в 40 раз ниже, чем в США, но в 3 раза выше, чем в Японии.■

Случаи разрушения ветрами деревянных церквей отмечены в 1460 г. в Москве и окрестностях, позже — в других местах европейской части страны. В XX в. ветры часто обрывали ЛЭП, оставляя без энергоснабжения порой сотни населенных пунктов.■

Так в летописи изображались последствия продолжительных ливней, в результате чего, как правило, наступал голод. В 1680 г. «... Марта 21 день воста страшная и лютая черная туча с вихрем и градом и снегом и тем лютым ветром и вихорем многие церкви Божия, шатры и кресты и главы поломало и в поле разносило, и всякое здание и стены церковные тряслися...»





Силу засухи оценивают по количеству осадков, температуре воздуха, влажности почвы. К сухим и засушливым районам относится 40 — 45% площади континентов; они расположены в основном в поясах от субэкваториального до субтропического, а в Евразии — также в южной части умеренного пояса. Здесь размещается более 1/3 населения планеты. На территориях, где засухи возможны хотя бы изредка, проживает 3/4 населения. Сильные засухи (ЧС-3) бывают почти ежегодно. В странах СНГ около 70% пахотных земель расположено в районах недостаточного и неустойчивого увлажнения. В нашей стране сильные засухи случаются по нескольку раз за столетие. По числу жертв и экономическому ущербу засухи находятся в первой пятерке природных опасностей. По разовому количеству жертв и величине прямого экономического ущерба они являются крупнейшим и тяжелейшим стихийным бедствием.

Ежегодно от засух страдают многие районы Земли, особенно в Африке, где засухи могут наблюдаться несколько лет подряд. Это приводит к уничтожению растительности, нехватке воды и к голоду.



Наиболее тяжелые засухи зарегистрированы в США, Австралии, Индии, Китае, Африке. Летом 1980 г. в США в результате засухи пострадали многие сельскохозяйственные районы, погибло около 130 человек, а прямой экономический ущерб оценивался в 20 млрд. долларов США. В Австралии летом 1982 — 1983 гг. от засухи пострадало около 3 млн. человек (20% населения страны). Ущерб сельскому хозяйству оценивался в 7,5 млрд. долларов США, более 2 тыс. пожаров погубили сотни тысяч гектаров леса, посевов и пастбищ. Засухи 1983 — 1987 гг. в Африке поставили под угрозу голода более 50 млн. человек, погибло несколько миллионов голов скота, а также дикие животные. В Индии в 1977 г. недостаток питьевой воды испытывали 250 млн. человек. Многие ГЭС резко уменьшили или прекратили выработку электроэнергии. Летом 1987 г. в результате длительного сохранения очень высоких температур воздуха в Греции погибло около тысячи человек. В России наиболее памятна засуха 1972 г., охватившая всю европейскую часть страны. Помимо снижения урожайности сельскохозяйственных культур возникли многочисленные пожары, существенно задымлявшие атмосферу в близлежащих городах.■



Засухи бывают настолько сильные, что погибает вся растительность, а почвы растрескиваются.

При температуре воздуха выше 35° С возрастает смертность. При необычной жаре число смертей может превышать норму в 5 — 7 раз. Опасно деформируются рельсы на железных дорогах, взлетно-посадочные полосы аэродромов. Отмечены случаи взрывов складов боеприпасов (в Африке при температуре в тени +50° С).■

Наводнения на морских берегах создаются волнами цунами, приливами и ветровыми нагонами, на реках — дождями, снеготаянием, зажорами и заторами льда, прорывами озер, прудов. Все это создает в городах чрезвычайные ситуации 1 — 4-й категорий тяжести.

Нагонные наводнения возникают на отлогих берегах при прохождении ураганов и тайфунов. Уровень воды может подниматься на 6 — 8 м на атлантическом побережье Северной Америки; на 8 — 10 м — в Японии, на Филиппинах и Гавайских островах; на 10 — 12 м — в дельте Ганга; на 12 — 13 м — в Австралии. При этом гребни волн вздымаются еще выше: до 50 м — в Японии, Бангладеш и на берегах северной Атлантики; до 30 м — на острове Тайвань; 10 м — в Голландии. Максимальный уровень нагона держится недолго, иногда лишь 10 — 20 мин; более низкий — до 10 ч. Продолжительность полного снижения уровня до нормального определяется окончанием урагана (тайфуна) и равна обычно одним-двум суткам, редко — четырем. Повторяемость таких событий соответствует повторяемости ураганов (тайфунов). В России нагонные подъемы воды наиболее

От наводнений серьезно пострадало в России более 100 городов. Чаще других затапливался Санкт-Петербург (более 300 раз). В 1824 г. в наводнении, описанном А. С. Пушкиным в поэме «Медный всадник», погибло от 208 до 569 человек (по разным оценкам), разрушено от 324 до 642 домов, повреждено около 3,7 тыс. домов. О наводнениях в других городах читаем: «Лед город стер и посад по всему берегу обрыло» (Саратовский Устюг, 1839 г.), «огромные глыбы льда остались на лугах» (Саратовское Заволжье, 1839 г.), от множества построек остались «столбики и пни» (г. Енисейск, 1937 г.).■

В результате прорыва прудов также происходят наводнения. Первый такой случай отмечен на Урале в 1862 г.: «...на многих заводах были разрушены плотины, снесены различные фабрики и обывательские дома» общим числом в несколько сотен. В 90-е гг. XX в. сходные события случились в Башкирии, Алтайском крае, Свердловской, Пермской и Смоленской областях.■

опасны на берегах Белого моря, арктических морей, Балтики, на восточных побережьях Азовского моря, северных побережьях Каспия, на берегах Дальнего Востока и острове Сахалин. На Охотском море, в Финском заливе и в устье реки Мезени высота нагонных наводнений достигает 4 — 5 м.■

Наводнения, создаваемые дождями, возможны повсюду, даже в пустынях. Наиболее распространены наводнения, вызываемые длительными и интенсивными фронтальными осадками в областях муссонного климата. Например, подъем уровня реки Хуанхэ может достигать 30 м; катастрофические наводнения в Китае случаются в среднем раз в 50 лет. В США, России и Западной Европе особо высоки наводнения, возникающие при совпадении обильных дождей и снеготаяния. Уровень воды в верховьях рек Миссури и Миссисипи может подниматься на 17 м, в реках Западной Европы — на 10 м.■

Половодья (подъем воды в реке) в результате снеготаяния распространены на 1/3 площади суши, больше всего — в Евразии и Северной Америке. На равнинах половодья длятся 15 — 20 дней. В северной части умеренного пояса и во внутриконтинентальных районах, где редки обильные дожди, талые воды могут быть наиболее частой причиной наводнений. В горах, где существуют ледники, половодья продолжаются все лето.■

Зажорные и заторные наводнения, создаваемые скоплениями льда в руслах, характерны для большинства рек Евразии и Северной Америки севернее 35° с. ш. и особо часты (вплоть до ежегодных) на реках, текущих к северу. В низовьях реки Лены длина заторов достигает 50 — 100 км, продолжительность их существования 2 — 15 дней. Заторный подъем воды над максимальным уровнем половодья на многих реках Евразии и Северной Америки часто достигает 4 — 6 м, реже 10 м, максимум 25 — 35 м (на Нижней Тунгуске в сужениях русла). На территории России возможны наводнения всех названных видов. Летние дождевые наводнения характерны для Дальнего Востока с его муссонным климатом и распространяются до Байкала. Уровень воды в средних и крупных реках может подниматься на 7 — 10 м и более. Катастрофические наводнения происходят не реже чем раз в 10 лет. Наводнения, связанные со снеготаянием, распространены по всей России. Они наиболее сильные, когда проходят дожди. В этих случаях уровень воды в реках поднимается до 10 — 12 м. Подобные наводнения происходят в каждом крупном речном бассейне в среднем каждые 15 — 25 лет. Первым из известных крупных наводнений, вызванных ливневыми дождями, было наводнение 1897 г. в Забайкалье. Дождевые паводки прошли по рекам Ингоде, Шилке, Онону, вплоть до Амура. В небольших притоках вал воды достигал 4 м; некоторые реки прорыли новые русла. Паводок разрушил сотни деревень, погубил десятки тысяч голов скота, размыл многие участки только что построенной железной дороги. Число жертв измерялось сотнями.■





Спасательные работы при катастрофических наводнениях осложняются трудностью доставки строительных материалов, одежды, пищи и питьевой воды. Такие наводнения нередко вызывают голод и эпидемические заболевания.

Деятельность человека иногда способствует усилению речных наводнений. Человек изменяет растительный покров водосборов, перегораживает долины дорожными насыпями, создает множество прудов и водохранилищ. В мире насчитывается более 36 тыс. плотин высотой 15 м и более. Их прорывы способны создавать необычайно сильные наводнения.■

Опасности, связанные со снегом, льдом и холодом. Устойчивый снежный покров образуется в районах со средней температурой самого холодного месяца 0° и ниже. Снегопады возможны при температуре 10 — 12°С. Такие условия характерны почти для 2/3 площади суши, где проживают почти 2/5 населения. Области с многолетней мерзлотой и наледями занимают около 1/7 суши; акватории с морскими льдами и айсбергами — 1/4 поверхности морей и океанов. Из зимних опасностей наиболее значимы метели, снежные заносы и гололед. Они способны создавать в городах чрезвычайные ситуации 1 — 2-й степени тяжести. Автодороги и аэропорты бывают парализованными при толщине свежевыпавшего снега 30 см или при гололеде, толщина которого 10 мм. В Западной Европе и США такие события случаются раз в несколько лет.■

География природных опасностей может существенно измениться при антропогенном потеплении климата. В 70-х гг. возникло опасение, что сжигание ископаемого топлива может значительно повысить содержание в атмосфере углекислого газа. Поскольку этот газ обладает «парниковым» свойством, увеличение его концентрации в атмосфере должно вызывать потепление климата. Многие исследователи считают, что удвоение концентрации углекислого газа и других антропогенных примесей в атмосфере возможно к концу XXI в., что приведет к повышению средней температуры земной поверхности на 1 – 3,5° С. За счет теплового расширения воды и таяния ледников уровень океана поднимется на 15 – 95 см. Наиболее резкие изменения климата ожидаются в XXI в., и продлятся они еще несколько веков.

Вследствие сокращения снежного покрова суши и морских льдов наиболее сильным потепление будет в высоких широтах (особенно в Азии) и в зимние месяцы. Границы климатических и растительных поясов сместятся к полюсам, причем приспособление растительности к новым условиям затянется на два-три века. Сначала потепление сделает одни районы более сухими, другие более увлажненными, но затем произойдет значительная перестройка системы атмосферной циркуляции и повсеместно возрастет влажность климата, т. е. возрастут колебания повторяемости засух и других опасных явлений.



Наводнение в Приморье на Дальнем Востоке в 1996 г. нанесло ущерб в несколько миллиардов рублей.

О роли длительных холодов говорит пример норвежского освоения Исландии и Гренландии. Норвежцы-викинги открыли Исландию около 750 г. и поселились там в конце IX в. В 976 г. они достигли Гренландии, а в XIII в. здесь было уже более 200 их поселений. Тем временем «малый климатический оптимум» сменился «малым ледниковым периодом». В северной Атлантике расширилась площадь плавучих льдов. Они затруднили морской промысел. В результате этого стихийного бедствия население Исландии сократилось вдвое. Последняя связь с гренландскими поселенцами была в 1326 г. Приплывших сюда в 1731 г. христианских миссионеров встретили одни эскимосы.■

Необычно сильный мороз вызвал аварию на плотине Даниель Джонсон (Квебек, Канада). Это бетонное сооружение высотой 210 м растрескалось при морозе –45°С в результате разницы температуры в сухой и мокрой ее частях.■





В результате быстрого подъема воды жители затопленных районов часто не успевают покинуть свои дома и вынуждены спасаться только на крышах собственных домов.

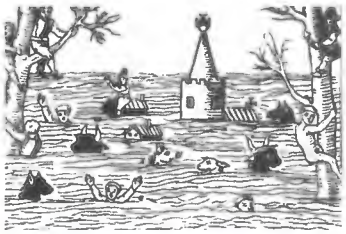
В XX в. в США ущерб от наводнений возрос в результате интенсификации земледелия, от ураганов — вследствие застройки побережий Атлантики и Мексиканского залива. Урбанизация привела к увеличению потерь от наводнений и землетрясений.■

В целом же повсюду в мире изменится повторяемость и интенсивность засух, наводнений, сильных ветров, ливней, волн тепла и холода. Возможно расширение зоны распространения тропических циклонов и рост их разрушительной силы на 40 – 60%. Увлажнение климата повлечет рост опасности эрозии, оползней, селей. Увеличение речного стока приведет к тому, что реки повсюду станут подмывать берега; состояние русел надолго отклонится от того, к которому ныне приспособлены мосты и прочие сооружения.

Сезонная заснеженность равнин умеренного пояса уменьшится; границы зон с устойчивым снежным покровом сместятся на десятки – сотни километров к северу, а в горах – на сотни метров вверх. Снежность увеличится в Восточной Сибири, Арктике и в верхнем поясе некоторых гор. Все это вызовет изменения в условиях произрастания озимых культур, движения по зимним дорогам. Местами в горах возрастет лавинная опасность. Будут наступать ледники, что увеличит повторяемость гляциальных селей. Многолетняя мерзлота в Сибири сначала будет сохраняться под снежной «шубой», но затем станет сокращаться; в конечном счете вечная мерзлота останется лишь в Арктике, на Таймыре и в горах. Ее сокращение приведет к усилению термоэрозии, а главное, к деформации фундаментов существующих зданий и сооружений.

Подъем уровня океана усилит подмыв морских берегов, засоление подземных вод и т. д. Он угрожает благополучию десятков миллионов жителей островов и приморских низменностей.■

В летописях нашли отражение почти все стихийные бедствия, случавшиеся на Руси.





Способы изучения природных опасностей



В современном мире для наблюдения за извержением вулканов используют спутники, авиацию, наземную и морскую технику.

Изучение опасностей основано на физических теориях. Для уточнения теоретических выводов проводятся лабораторные и натурные эксперименты.

В лабораторных экспериментах используются «игрушечные» модели разных потоков, например, атмосферных вихрей, речных потоков, оползней. Моделируется также деформация земной коры и рыхлых отложений. В качестве примера натурных экспериментов можно назвать создаваемые искусственные селевые потоки или дождевание с целью замеров эрозии почв.

Теория дает общие представления, своего рода контуры знания. Чтобы получить конкретные характеристики природных опасностей, выполняются натурные исследования — стационарные и экспедиционные. Стационарные — это метеорологические, гидрологические, сейсмологические наблюдения, которые ведутся на специальных станциях. Широко проводятся также наблюдения, имеющие целью изучать деформации поверхности грунта в городах, абразию берегов морей и водохранилищ, изменения речных русел, эрозию почв. В необходимых случаях организуются стационарные исследования оползней, снежных лавин. Особый вид регулярных наблюдений — аэрокосмическая съемка атмосферы и земной поверхности, фототеодолитная съемка горных склонов.■

Цель экспедиционных работ — найти следы прошлых землетрясений, наводнений, оползней. Об этом могут красноречиво свидетельствовать рельеф и растительность местности, строение рыхлых отложений. Другой источник — археологические, исторические и фольклорные сведения. Оба эти источника позволяют заглянуть в глубь времен. Очень важно исследовать результаты стихийных бедствий «по горячим следам», т. е. сразу после случившегося. Это не только пополняет знания об опасностях, но и позволяет уточнить шкалу их параметров — своего рода «линейку» для измерения степени риска.■



Наблюдение за извержением вулкана в древности.

При составлении правил или нормативов строительства и эксплуатации всевозможных хозяйственных объектов используются знания, полученные путем эксперимента. Конечно, абсолютная защита невозможна. Стихийные бедствия все равно происходят, поэтому требуются специальные органы быстрого реагирования на случившееся. В России таким органом является Министерство по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС), созданное в 1987 г.■

Для оперативного прогнозирования опасных явлений разработаны статистические и физические модели, позволяющие рассчитывать возможные события. Точность прогнозов этого вида зависит от полноты используемых моделей и от детальности исходных данных, т е. разветвленности сети наблюдательных станций. Сложнее обстоит дело с прогнозированием таких опасностей, в очаги зарождения которых трудно поместить измерительные приборы, например, с прогнозированием землетрясений, вулканических извержений, оползней. Их прогнозирование сводится к отслеживанию предвестников. Точность прогнозирования зависит от того, правильно ли выбраны предвестники и насколько тщательно ведутся наблюдения за ними.■

Собственно реагирование на чрезвычайное событие начинается с оценки или «съемки» случившегося — с определения места, характера, размеров потерь. По данным съемки, уточняют план неотложных действий и состав требующихся для них сил и средств. Из опыта известно, что аварийно-спасательные работы желательно провести не более чем за 48 часов, так как опоздание резко увеличивает вероятность гибели пострадавших. Например, из числа живых, оставшихся в развалинах зданий, погибают через 12 часов около 20%, через 48 часов – 40%, через двое суток – больше 50%.

Медицинская помощь людям, собранным во временных убежищах, бывает успешной, если оказывается не позже чем через 5 — 10 суток; в случае возникновения инфекционных заболеваний этот срок сокращается до 1 — 2 дней.

Для снижения людских потерь особо важна заранее продуманная система эвакуации. Например, в США при опасности ураганов эвакуации подлежат сотни тысяч человек.■

По оценке ООН, для первоочередных работ по восстановлению систем жизнеобеспечения населения после крупных стихийных бедствий обычно достаточно одного месяца, но этот срок в большей степени зависит от качества администрации, от ее приверженности общественным интересам. Иногда и через полгода большинство населения остается без постоянного жилья.■

В каком направлении предполагается развивать исследования для получения знаний о природных опасностях и стихийных бедствиях? Безусловно, необходимо давать полные описания опасных процессов и явлений, чтобы прогнозировать возможные в ближайшие десятилетия изменения по всем регионам. Для всего мира важно знать, не случится ли новый «потоп», как именно будет меняться уровень океана, действительно ли произойдет потепление климата и таяние ледников Антарктиды и Гренландии. Для земледельческих областей нужно знать, где участятся засухи, а где случатся смывающие почву ливни; для городов — как изменится прочность грунтов под фундаментами зданий, какой может быть высота наводнений и т. д. Наверное, никогда раньше природоведы не ставили столь сложных, острых и интересных вопросов.

Очень важно исследовать, как относятся к степени природного риска разные люди, особенно политики и предприниматели. Необходимо довести до их сознания, что нельзя пренебрегать мерами предосторожности, что это игра с огнем. Для этих исследований нужно сотрудничество природоведов и обществоведов. Специалисты по природному риску будут разрабатывать пути, обеспечивающие устойчивое развитие. Под этим углом зрения стихийные бедствия рассматриваются как один из видов социально-экологических бедствий, а управление природным риском — как одно из важнейших условий, обеспечивающих устойчивость развития. Как бы нам ни хотелось, едва ли в ближайшее время ситуация изменится к лучшему. Однако есть местности, где этнокультурная и природная обстановка наиболее благоприятствует этой цели. Случись глобальный социально-экологический кризис, такие местности могли бы послужить «островами спасения» и последующего возрождения человечества. Необходимо только точно знать, где находятся эти места на земном шаре, и постараться уберечь их от случайного разорения. Одно из важнейших условий для того, чтобы называться «островом спасения», – невысокий уровень природного риска.■



В Древнем Китае для определения эпицентра землетрясения изобрели специальный прибор. При землетрясении из пасти дракона выпадал шарик в рот лягушки. Эпицентр землетрясения находился с той стороны, где обнаруживался шарик.

УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДНЫМ РИСКОМ

Управление природным риском — это система мер защиты, снижающих вероятный ущерб до приемлемого или допустимого уровня.

Ущерб от стихийных или иных бедствий условно принято разделять на социальный, материальный (экономический) и эколого-экономический.■

Под социальным ущербом понимают демографический и социально-психологический ущерб. Демографический ущерб – это число жертв и раненых. В зонах наиболее сильных землетрясений и ураганов погибает до 80 — 90% жителей. При менее сильных воздействиях люди получают ранения. Демографические потери могут быть оценены в денежном эквиваленте, но жизнь людей, безусловно, бесценна.
Социально-психологический ущерб многогранен. Это потери, связанные с перемещением людей из зоны бедствия. Это дестабилизация социальной обстановки. Это урон национальной культуре, поскольку разрушаются исторические памятники и гибнут люди, являющиеся национальной гордостью страны. В денежном эквиваленте это выразить невозможно.■

Материальный ущерб от воздействий неблагоприятных и опасных явлений измеряют вещественными и денежными показателями и подразделяют на прямой и косвенный.
Прямой ущерб – это потеря основного фонда (здания, сооружения, производственное оборудование) и оборотных фондов (сырье, топливо, по-

Отношение числа жертв и потерявших кров при всех стихийных бедствиях в мире равно в среднем 1:800, в том числе при землетрясениях – 1:100 — 1:300; от ураганов – 1:6 тыс. и наводнений – 1:60 тыс. человек.■

При стихийных бедствиях происходит дестабилизация социально-психологической обстановки: люди, беззащитные перед силами природы, становятся беженцами и перемещенными лицами, это значит, что им грозит бездомность, болезни, смерть. Доверие народа к правительству снижается; иногда возникают острые социальные конфликты (например, в Африке при сильных засухах). Кроме того, падает производительность труда, увеличивается число технологических аварий, ухудшается «инвестиционный климат».■



Особенно опасны шторма для морских судов в прибрежной полосе. Они могут гибнуть прямо в порту.



Значительный материальный ущерб железным дорогам наносят интенсивные ливни, оползни и землетрясения. В 1894 г. в результате сильнейшего землетрясения на острове Хоккайдо (Япония) было разрушено полотно железной дороги.



Торнадо в США (смерч над сушей в Северной Америке) – национальное стихийное бедствие.

Регистрацию стихийных бедствий по всему миру ведут ООН и страховые компании. Собранные данные свидетельствуют, что в XX в. в мире произошли, не считая эпидемий, 450 — 500 стихийных бедствий с числом жертв не менее 11 млн. человек. Прямой материальный ущерб от стихийных бедствий составил 600 — 650 млрд. долларов, косвенный — вдвое больше.■

луфабрикаты), а также готовой продукции, урожая, скота, личного имущества. Прямой ущерб измеряется товарной стоимостью утраченного. Однако в нетоварном, домашнем хозяйстве денежные оценки ущерба сделать невозможно. По этой причине даже в индустриальных странах эта значительная часть ущерба упускается из виду, а в развивающихся странах эта часть составляет не менее трети всего вещественного ущерба. Косвенный экономический ущерб – следствие нарушения жизнедеятельности в районах, экономически связанных с зоной бедствия. Этот ущерб может распространяться на разную экономическую «дистанцию». В качестве примера можно привести прогноз, составленный сейсмологами США на случай сильного землетрясения в Калифорнии: «Остановка ЭВМ крупных калифорнийских банков на три дня потрясет экономику штата, на пять дней – поставит на колени всю страну, на семь дней – вызовет серьезные потрясения в мировой экономике». Обычно подсчет косвенного экономического ущерба либо совсем не проводится, либо проводится на очень короткую «дистанцию». По данным специальных исследований, оказывается, что косвенный ущерб в мире в среднем за ряд лет примерно в два раза больше прямого.■

Эколого-экономический ущерб – это ущерб, нанесенный природным ресурсам. Господствующий ныне подход к природным ресурсам не учитывает их исчерпаемости, поэтому денежная оценка их очень низкая.

Собственно экологическим ущербом является тот, который наносится природной среде как части биосферы. А рыночной цены у биосферы вообще нет и быть не может. Экологический ущерб оценивают произвольно, в форме штрафов, но так, чтобы не разорять предпринимателей.■

Величина экономического ущерба от землетрясений зависит прежде всего от местной обстановки и в индустриально развитых странах может достигать десятков миллиардов долларов.





Отношение людей к риску

Отношение людей к риску — предмет социально-психологических и этнокультурных исследований, важнейший для поиска путей устойчивого развития.

История показывает, что каждый человек готов рисковать и что степень этой готовности обусловлена социальными и национальными (этническими) особенностями людей. Сравним сельских и городских жителей, чтобы убедиться, как социальные условия влияют на степень риска. Сельские жители традиционно заботятся о самообеспечении и сбережении земель для потомков, поэтому действуют значительно осторожнее горожан и предусматривают риск на довольно длительное будущее. Предприниматели-горожане, находясь под прессом соревновательной товарной экономики, вынуждены соперничать и не хотят предвидеть будущее более чем на несколько лет, на срок окупаемости капиталовложений. Желание снизить себестоимость продукции, естественно, сопровождается стремлением вводить дорогостоящую постоянную защиту только от часто повторяющихся опасностей, а ущерб от более редких смягчать оперативными мерами и страхованием. При этом соотношение связанных с защитой затрат и выгод подсчитывается в каждом конкретном случае особо. Эта «городская» идея постепенно вытесняет прежнюю «сельскую» идею нормативной защиты, которая пока еще сохраняется в странах Европы и в России и сводится к требованию уберечь защищаемый объект от опасностей на определенный срок, соотносимый с хозяйственным значением или заданным сроком службы этого объекта. Например, по нормам Швейцарии, сельскохозяйственные земли должны быть полностью защищены от наводнений, возможных раз в 5 — 20 лет; отдельные строения, дороги — раз в 50 лет; поселения и предприятия — раз в 100 лет.■

Национальные, или этнические, особенности в подходе к риску и мерам защиты определяются основными, общими для данного народа ценностями и целями. Таким образом, национальная культура, национальные традиции доминируют при решении вопроса, что и в какой степени надо защищать в первую очередь. Ответы могут быть весьма различными. Один из экспертов ООН, работавший в Пакистане, привел такой пример. Он полагал, что защищать от опасностей следует прежде всего прибыль, однако с удивлением обнаружил, что для



Глобальная индустриализация нашей жизни вызывает серьезные изменения в климате планеты, ухудшает экономическую обстановку и рост числа стихийных бедствий.

Эксперты считают, что вырубка горных лесов в Гималаях обусловила частые высокие наводнения по Гангу и Брахмапутре во второй половине XX в. Затапливаемая площадь от прежних 50% возросла до 65%. Сильнейшее наводнение 1988 г. охватило почти 3/4 площади Бангладеш, оставило без крова треть населения, разрушило дороги, мосты, дамбы. Дестабилизация климата стала причиной жестоких засух 1982 — 1983 гг. в Африке, Индии и Австралии и одновременно сильных ливней в Северной и Южной Америке.■



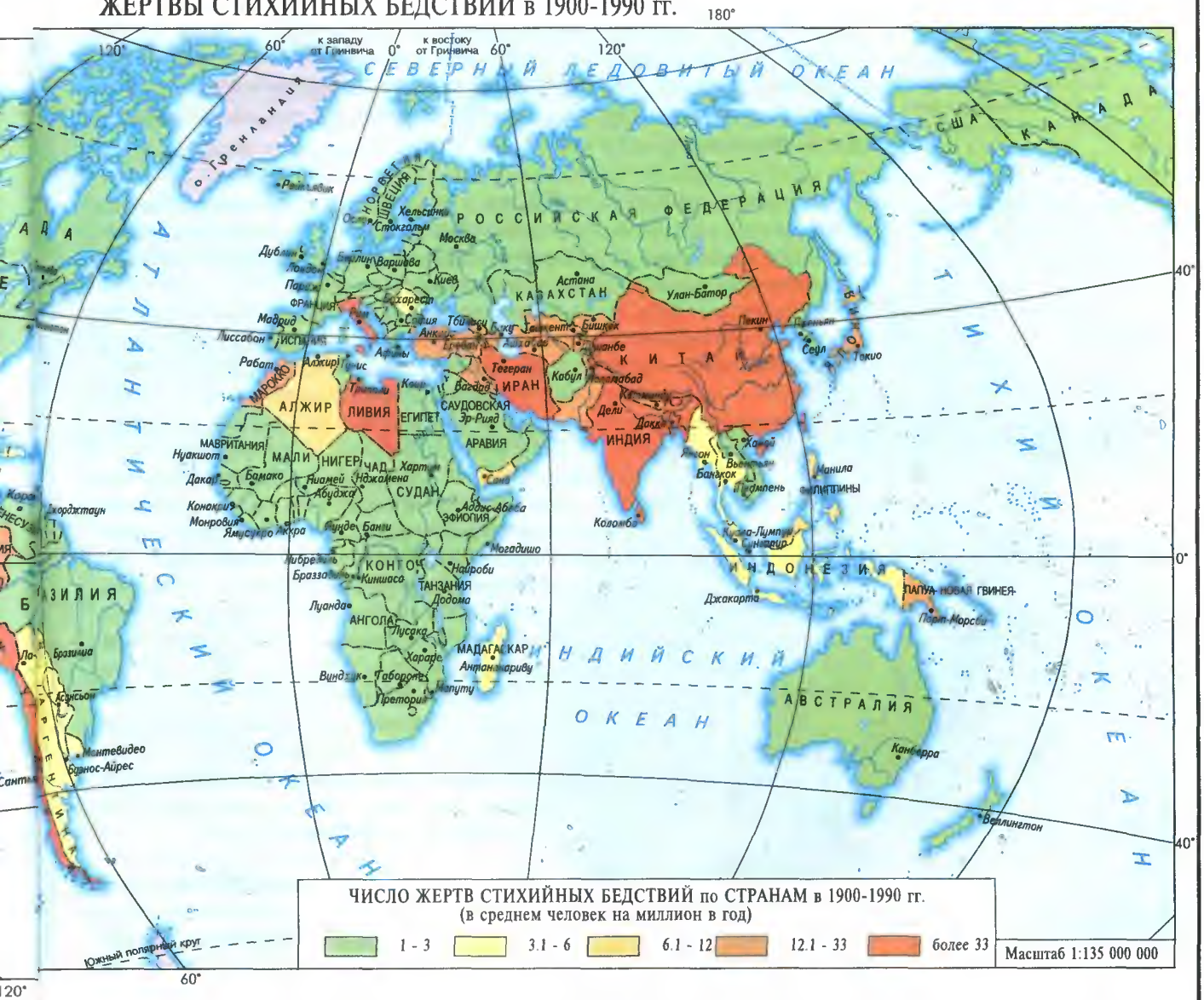
местных жителей наиболее ценными оказались хозяйственные и общинные традиции, а денежный заработок ставился ими приблизительно на десятое место по важности.■

Ущерб от стихийных бедствий постоянно растет. В чем же причины? Их три: усиление природных опасностей и расширение зон их действия; усложнение и разрастание хозяйства; повышение готовности людей рисковать. Изучая причины, эксперты считают, что в XX в. произошли антропогенные изменения речного стока и общая дестабилизация климата. Таких явлений можно было бы избежать, но для этого надо переменить отношение людей к риску.■



Наибольшие величины разового ущерба в XX в.: при землетрясениях — 30 млрд. долларов, Япония, 1995 г.; 30 млрд. долларов, США, 1992 г.; 9 млрд. долларов, США, 1989 г.; при наводнениях — 15—20 млрд. долларов, США, 1993 г.; 15 млрд. долларов, Китай, 1991 г.; 3 млрд. долларов, Нидерланды и Великобритания, 1953 г.; 2 млрд. долларов, США, 1972 г.; в результате засух, экстремальных морозов и снегопадов, при извержении вулканов, дефляции почв — до десятков миллиардов долларов.■

ЖЕРТВЫ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ в 1900-1990 гг.



Стихийные бедствия в России

На севере Евразии в природе не происходило «ужасных» стихийных бедствий. Человек приноровился к холодам, разливам рек и ненастьям. Так, замерзшие реки стали использовать как санные пути, а весенние половодья — как водные пути к местам, не доступным летом. Зимне-летняя размеренность природы наложила свой отпечаток на образ жизни и характер людей, и горе было тому, кто не готовил «телегу зимой, а сани летом». В русских летописях стихийные бедствия представлены как беды и «знамения». Народы, заселявшие территорию России, за многие тысячелетия научились предвидеть природные опасности и защищаться от них. Однако этот опыт еще не получил достаточного научного освещения. Лишь в летописях русского народа можно найти упоминания о стихийных бедствиях в прошлом.

В России за XIII — XX вв., по разным источникам, известно около 1,5 тыс. стихийных бедствий, или природных чрезвычайных ситуаций. Чтобы говорить об истории стихийных бедствий в России, следует знать историю государства и систему хозяйствования.

Киевская Русь в XIII в. была покорена монголами. В результате тяжелых внешних и междоусобных войн народ оказался ввергнутым, по словам российского историка **В. О. Ключевского** (1841 – 1911), в «нравственное разорение» и «мертвенное оцепенение». В XIV в. на окраине бывшего древнерусского государства окрепло Московское княжество, сложился новый, русский этнос.

Началась история Московской Руси. В XVI в. Московское государство расширило свои владения южнее Оки, далее по Волге – до Каспия и частично – в Западную Сибирь. С ростом государства развернулось строительство пограничных городов-крепостей. В том же веке началась и расчистка рек. В XVII в. государство продолжало расширяться на юг и восток. Было построено около 70 новых городов. Началось становление металлургической промышленности. В Москве, Туле, на Урале, Алтае развивалось промышленное производство. Осваивались круглогодичные сухопутные дороги-тракты. В XIX — XX вв. строились новые города, прокладывались шоссе и железные дороги, развертывалось индустриальное производство.■



Во второй половине XX в. темпы урбанизации ускорились, причем особенно быстро росли крупные города, менее защищенные от опасных стихийных бедствий, чем небольшие поселения. Процессы урба-

Из летописи 1370 г.: «Тое же зимы в Новгороде Нижнем уползе много снег и упаде з горы высокиа и великиа, еже над Волгою, за Святым Благовещанием, и засыпа и покры дворы и с людьми». Это был редкий для равнин случай схода снежной лавины.■

В 1474 г. был «трус в граде Москве» — потряслись все храмы, колебалась земля, рухнула почти достроенная церковь Пресвятой Богородицы.■

В Нижнем Новгороде летом 1596 г. вместе с берегом обрушился в Волгу Печерский монастырь: «... в полуденное время прииде шум велик, яко земли поколебаше, и разседася земля... И церковь, и келии, и ограда, и житницы, и двор конюшенный все погибаша, один только столб остался алтарный».■

К самым тяжелым стихийным бедствиям в России относят два случая. Первый — разрушение в 1725 г. крепости Кизляр на Тереке, когда вздувшаяся от дождей река прорвала ограждения и устремилась по новому руслу. Город Кизляр был отстроен заново в 1735 г. Второй случай — уничтожение Нефтегорска в результате землетрясения на Сахалине в мае 1995 г. Поселок решили не восстанавливать.■



Продолжительные дожди затрудняли передвижение войск.



Землетрясение в Киеве. Разрушение куполов церквей.

низации вынуждали осваивать все более опасные природные зоны.

Усложнение техносферы создавало новые, дополнительные проблемы. Например, с введением компьютерных информационно-управляющих сетей появилась возможность парализовать хозяйство целой страны в случае повреждения управляющих центров.

Несложно предвидеть, что потери от стихийных бедствий в обозримом будущем могут возрастать с бóльшими темпами, чем в конце XX в., и заведомо бóльшими темпами, чем темпы роста мирового валового продукта (МВП). Уже в середине XXI в. ежегодный прирост потерь может стать больше прироста МВП. Тогда весь мир не будет успевать восстанавливать потери от стихийных бедствий.■

Русские города часто страдают от обвалов и оползней, вызванных подмывом речных берегов. Так, в Васильсурске в 1556 г. церковь «во время литургии вместе с народом была внезапно поглощена водой». В Рязани в середине XVIII в. обрушился в реку собор. Саратов, основанный как крепость в 1580 г., был перенесен в 1674 г. на новое место из-за подмыва берегов Волгой, но и тут много раз случались оползни. Крепостные стены в Тюмени, основанной в 1586 г., так подмывались речными водами, что уже в 1658 г. понадобилась перестройка крепости. В 1807 г. в Козьмодемьянске берег обрушился так, что случилось «землетрясение», а волной, прокатившейся по Волге, было выброшено на берег несколько судов. Более 50 городов пострадали от обрушившихся берегов.■

Способы защиты от природных опасностей на Руси были известны довольно давно. Способы инженерной защиты от опасностей были заимствованы у византийцев еще Киевской Русью. В конце XVI в. Московское государство ввело строгие правила строительства новых городов. Города ставились по заранее разработанным планам и на основе предварительных экспедиционных обследований, при этом предписывалось обязательно учитывать местный опыт строительства и жизнеобеспечения. При необходимости речные берега защищались от подмыва, а города даже перестраивались во избежание наводнений, оползней и т. п. А земледельцы на случай неурожаев постоянно поддерживали запасы зерна и не истощали закрома, приберегая «дары природы» для самой «острой нужды».

Пик повторяемости чрезвычайных ситуаций на Руси приходится на XIV в. Объяснить это можно лишь особенностями отношения народа к риску. Как мы знаем, это отношение зависит от миропонимания людей, от того, что они считают главными ценностями. А насколько допустим природный риск, зависит от политической ситуации.

Главной ценностью в миропонимании русского народа всегда было государство, государство как семья, без благополучия которой нет личного благополучия.

Само слово «государство» означает «большая семья». «Господин», «государь» — старейшина и руководитель семьи. Отсюда пошло и правило: «Сам погибай, а товарища выручай». Словом, преданность Родине и ответственность перед потомками всегда отличали

Церковь, разрушенная Спитакским землетрясением 7 декабря 1989 г. (Армения).



русских. Видимо, поэтому так много внимания всегда уделялось обороне. В течение нескольких веков войны на землях Московского государства велись каждый второй год и становились все более кровопролитными.

Военное напряжение, нехватка рабочих рук вынуждают людей пренебрегать правилами безопасности, терять бдительность и осторожность. А «нравственное разорение» и «мертвенное оцепенение» делают их вообще безразличными к риску. Именно этим и можно объяснить рост повторяемости всевозможных стихийных бедствий в XIII — XIV вв.



По мере укрепления Московского государства происходило единение народа и число чрезвычайных ситуаций сократилось.

Войны, разруха отражаются и на экономике, на урожаях, а значит, и на жизни людей. В мирной обстановке голод не допускается предупредительными мерами. В военной же обстановке запасы грабятся, пахари гибнут, а неурожаи вслед за военным напряжением всей своей тяжестью обрушиваются на плечи людей. Так было при Иване Грозном и Петре I.

В XX в. людские потери России в мировых войнах составили 30 — 50% общего числа, что, безусловно, привело народы к истощению и в итоге к распаду некоторых государств.

Если говорить о наших днях, то распад СССР, помимо прочего, дезорганизовал систему управления природным и иным риском. С 90-х гг. XX в. в нашей стране растет повторяемость природно-техногенных бедствий, которые нанесли колоссальный материальный ущерб. Все чаще случаются крупные прорывные наводнения, нарушается теплоснабжение в зимнее время, повреждаются объекты, содержащие опасные вещества.

Риск уменьшится, когда будут восстановлены хозяйство и управление, а пока усилиями МЧС и местных властей возможно лишь замедление роста природного риска. Не надо забывать, что опасности создаются природой, а становятся ли они чрезвычайными ситуациями – это зависит от людей.■



В средние века целые города и деревни вымирали от холеры, оспы, бубонной чумы и других эпидемиологических заболеваний.

В 1843 г. «градовые извержения» обрушились на территории от Черного моря до Балтики и от Днестра до Волги; они сопровождались «неистовыми бурями, опустошениями, гибелью людей». В 1844 г. «эпоха бурь» повторилась снова в шести губерниях – от Смоленской до Саратовской: «Подымало с земли и убивало лошадей, ломало вековые деревья». В одной лишь Смоленской губернии были повреждены тысячи домов.■

Исследовать природные опасности в России – значит всеобъемлюще учитывать все ее особенности. В Европе при относительно малом природном разнообразии и высокой заселенности знания об опасностях развиваются на основе прямых наблюдений. В России с ее



В засушливые годы полчища саранчи уничтожали всю растительность на своем пути, что приводило к голоду и увеличивало число умерших.



Так в летописи изображено одно из страшнейших для земледельца опасностей – нападение саранчи.

большим разнообразием природы и слабой освоенностью многих земель только прямых наблюдений недостаточно. Необходимо дополнительно сравнивать и изучать распространение, повторяемость и силу опасных явлений в зависимости от геологических, климатических и гидрологических условий.

Такой подход на основе общих географических знаний еще до проведения специальных полевых исследований позволяет предсказывать наличие и приблизительные характеристики разных видов опасностей.

Такой подход можно назвать пространственным прогнозированием. Оно развито, например, в отечественной инженерной геологии, далеко вышедшей за рамки принятого в Западной Европе инженерного грунтоведения.

Такой подход позволил отечественным ученым составить описания и карты важнейших природных опасностей для территории не только России, но и всего мира.

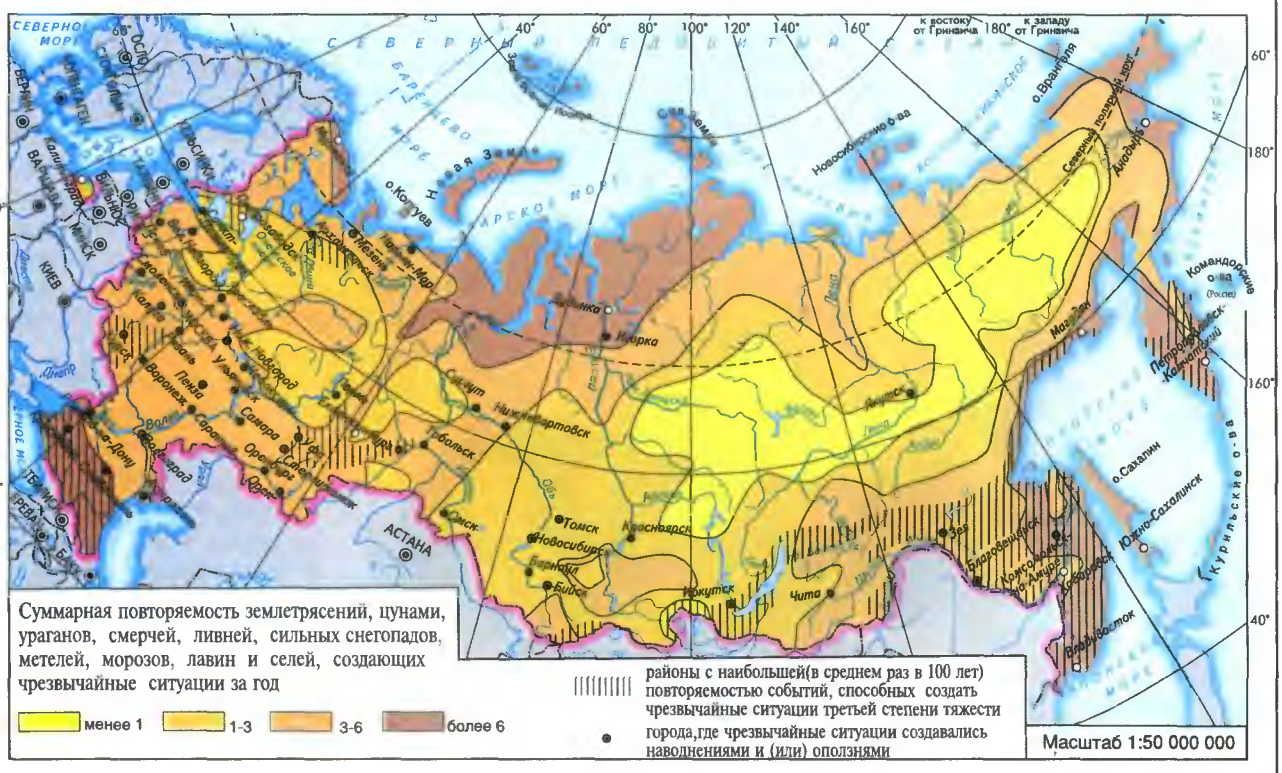
Кроме того, особенности самой природы и хозяйства России заставляют исследователей обращать внимание прежде всего на те виды опасностей, которые связаны с холодным снежным климатом, со строительством на мерзлом грунте, с речными путями и железными дорогами. В изучении этих видов опасностей и мер защиты от них наша страна добилась довольно высоких результатов.■

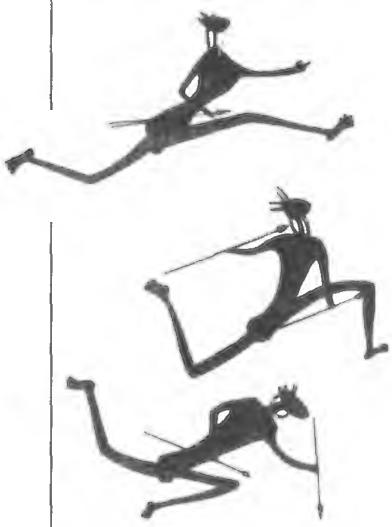
Легенда о граде Китеже, ушедшем под воду и якобы иногда видимом на дне озера, возможно, связана с обрушениями берегов рек или с карстовыми провалами, известными в окрестностях Городца на Волге, Рузы или Торопца. В наше время такие провалы могут разрушить объекты с опасной химической «начинкой».■



Появление кометы Галлея также было зафиксировано в летописи.

ПОВТОРЯЕМОСТЬ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ ПРИРОДНЫХ СИТУАЦИЙ





На стоянке Солютре во Франции обнаружен слой с остатками костей диких лошадей (не менее 100 тыс.). Вероятно, в этой местности стада лошадей специально подгоняли к крутому обрыву, чтобы они, падая, становились добычей людей.

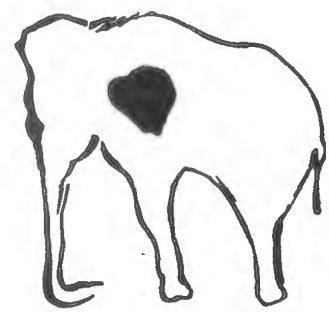
Первобытные охотники активно истребляли мамонтов — самых крупных травоядных животных того времени. Охота давала людям высококалорийную пищу, а приручение огня, умение строить жилище, шить одежду и обувь помогали выжить. На стоянках встречается большое количество костей и бивней мамонтов – их использовали для укрепления каркасов жилищ.

На стенах пещер, в которых жили охотничьи племена, древние художники запечатлели сцены охоты. ■

История освоения планеты человеком

Во все времена человек использовал ресурсы природы как источник своего существования, так как другого источника у него не было и нет. При этом он неосознанно исходил из того, что вся живая и неживая природа существует исключительно для него, для его блага, что она неистощима и что ею можно распоряжаться в собственных интересах бесконечно. Однако в XX в. ученые всего мира забили тревогу, доказывая, что при варварском отношении к природе человечество скоро окажется на пороге экологической катастрофы.

История освоения планеты человеком — это история развития цивилизации и расселения людей по всей Земле, что стало возможным только по мере того, как человек совершенствовал технологию добычи пищи, научился пользоваться огнем и защищаться от непогоды. В то же время все это уже на ранних стадиях развития цивилизации привело к географической разобщенности людей, а следовательно, к формированию разных языков, культур и религий. Обособление определило и разные темпы технического и культурного прогресса, который активнее шел в районах самых древних расселений, где различные культуры взаимодействовали более тесно.



Уникальный наскальный рисунок, изображающий мамонта.

Процесс объединения культур начался на основе развития новых технологий, которые постепенно распространились по всей планете: сначала – сельскохозяйственные, потом – индустриальные, а теперь – информационные.

Использование и совершенствование орудий труда, а также способность передавать потомкам свой опыт и приобретенные навыки выделили человека среди млекопитающих. У первобытного охотника не оказалось конкурентов,



Реконструкция жилища из костей и бивней мамонта на стоянке первобытных охотников в Межиричах (Украина).

а защищаться от хищников он умел. Все это способствовало росту населения, что, в свою очередь, заставляло человека осваивать новые территории и селиться сравнительно небольшими группами.

Современная генетика утверждает, что все люди произошли от одного предка, но даже при такой генетической связи в результате удаленности одной группы людей от другой их язык и культура стали развиваться разными путями. И если предметы материальной культуры каменного века очень похожи друг на друга, то в более поздние периоды они во многом различаются.

В умеренных широтах человек совершенствовал орудия труда и разрабатывал тактику охоты, в том числе способы загона и ловушек, а также осваивал разные приемы ловли рыбы. О мастерстве человека-охотника каменного века красноречиво свидетельствуют огромные скопления костных останков животных на его стоянках.■



Первобытные каменные орудия.



Растирание зерен с помощью каменной скалки.

Самые крупные травоядные животные — мамонт, волосатый носорог, дикая лошадь, а также крупные хищники — пещерный медведь, пещерный лев, саблезубая дикая кошка – исчезли к концу последнего оледенения, т. е. 10 — 20 тыс. лет назад. Наиболее поздняя находка останков мамонта относится к VII тысячелетию до н. э., а останки большерогого оленя — к XVIII — X тысячелетию до н. э. Сторонники гипотезы об истреблении человеком-охотником крупных животных так называемой «мамонтовой фауны» считают это явление **первым экологическим кризисом** на планете, или **кризисом консументов** (от лат. consumo — потребитель). Если даже предположить, что первобытный охотник и был истребителем «мамонтовой фауны», то все равно это не могло привести к экологическому кризису. Скорее, это был «продовольственный» кризис для тех групп охотников, которые специализировались на крупных травоядных животных. Сейчас хорошо известно, что древние охотники меняли «профиль» охоты: переходили от одних видов животных к другим. Следовательно, после естественного вымирания «мамонтовой фауны» не было и «продовольственного» кризиса, просто первобытные люди стали охотиться на животных среднего размера. О естественном вымирании крупных животных «мамонтовой фауны» свидетельствует исчезновение их на всех континентах, причем наибольшее число видов в самой малонаселенной — в Америке, а наименьшее — в самой заселенной — в Европе. Наконец, изучение жизни индейцев — охотников за бизонами в Северной Америке показало, что, убивая бизонов, люди заботились о том, чтобы приумножить их стада, для чего выжигали лес, расширяя площадь прерий.■



Наскальная роспись в пещерах Тассилин-Аджер (Центральная Сахара) изображает стадо рогатого скота и погонщика. Это свидетельствует о том, что выжженная солнцем пустыня в VI тысячелетии до н. э. была плодородной землей.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИИ

С изменением технологии приготовления пищи человек перешел от присваивающей экономики к производящей. Это стало началом отчуждения человека от природы. Пользование дарами природы в дальнейшем превратилось в узаконенное мародерство.

Первые очаги земледелия возникли в следующих районах земного шара — на Ближнем Востоке, в Египте, Индии и Китае. Сельскохозяйственная революция стала поворотным моментом в развитии человечества. Теперь человеку требовался всего 1 га земли (а не 500 га, как это было у человека-собирателя) и он мог прокормить не только себя, но и свою семью. Сельское хозяйство потребовало создания новых орудий труда, способов переработки продуктов, емкостей для хранения урожая и семян. Оно сделало человека оседлым. И, как результат, возникли разделение труда, обмен продуктами труда и торговля. Места для обмена стали прообразом городов. За правила обмена, разрешение споров, защиту производителя отвечали специальные люди — чиновники и воины, т. е. власть. Так формировалась цивилизация, а вместе с ней менялись и взгляды человека на природу. Он постепенно стал чувствовать себя ее хозяином.■

Темпы распространения сельскохозяйственных технологий постепенно нарастали. В первое тысячелетие эти технологии завоевали Европу и Азию, а после Великих географических открытий, начавшихся с освоения европейцами новых континентов, они охватили весь мир. Начиная с XVI в. пишутся трактаты по земледелию, разрабатываются способы удобрений и мелиорации почв, позже появляются сельскохозяйственные машины на конной тяге. Идет активный обмен культурными растениями между континентами: в Европе и Азии получают распространение картофель, помидоры, кукуруза из Америки, а в странах Америки — пшеница, овес, ячмень и т. д.■



Одно из самых ранних в Европе изображений плуга, обнаруженных в итальянских Альпах.

Человек — собиратель и охотник — обожествлял природу. Он поклонялся деревьям и животным, которые давали ему пищу, а также явлениям природы, от которых полностью зависела его жизнь. После неолитической революции происходит постепенная смена богов. Уже в Древнем Египте боги приобретают человеческую фигуру, хотя у некоторых из них все еще звериные головы. Предметом культа остаются также силы природы, например бог солнца Ра. В более поздние времена в странах Древней Греции и Риме боги хотя и олицетворяют разные силы природы и ее стихии, но внешне полностью похожи на человека. Они живут на Олимпе, ведут себя, как люди: любят и ревнуют, завидуют и хитрят, дружат и ссорятся. В то же время они, в отличие от людей, обладают способностью совершать чудеса. Вера в таких богов свидетельствовала о том, что древний человек осознал свои силы. Так он возвысил себя над природой. А вскоре человек перешел от многобожия к единому всемогущему Богу и он же вложил в его уста слова: «И сказал Бог — сотворим человека по образу и подобию Нашему... И да владычествуют они над рыбами морскими, и над птицами небесными, и над скотом, и над всею землею, и над всеми гадами, пресмыкающимися на земле». В эпоху Возрождения это трансформировалось в идеологию, в центре которой был поставлен человек — венец творения, служащий мерилом всего. Эта идеология сохраняется до сих пор.■

Древние земледельцы использовали соху, а в качестве тягловой силы – домашних животных.



При переходе к использованию металлов и развитию орошаемого земледелия число древних собирателей и охотников достигало примерно 50 млн. человек.

Освоение европейцами новых пространств обусловило прогресс науки и техники. Появилась первая паровая машина. Человек стал использовать для получения энергии ископаемое топливо — уголь. Началом промышленной революции принято считать 1830 г. — завершение строительства в Великобритании первой сети железных дорог. Мир по-



степенно переходил к индустриальному производству. На крупных предприятиях развивалось массовое производство товаров при участии большого количества людей. Если сельскохозяйственным технологиям потребовалось несколько тысяч лет, чтобы завоевать всю планету, то индустриальным — всего 150 лет.

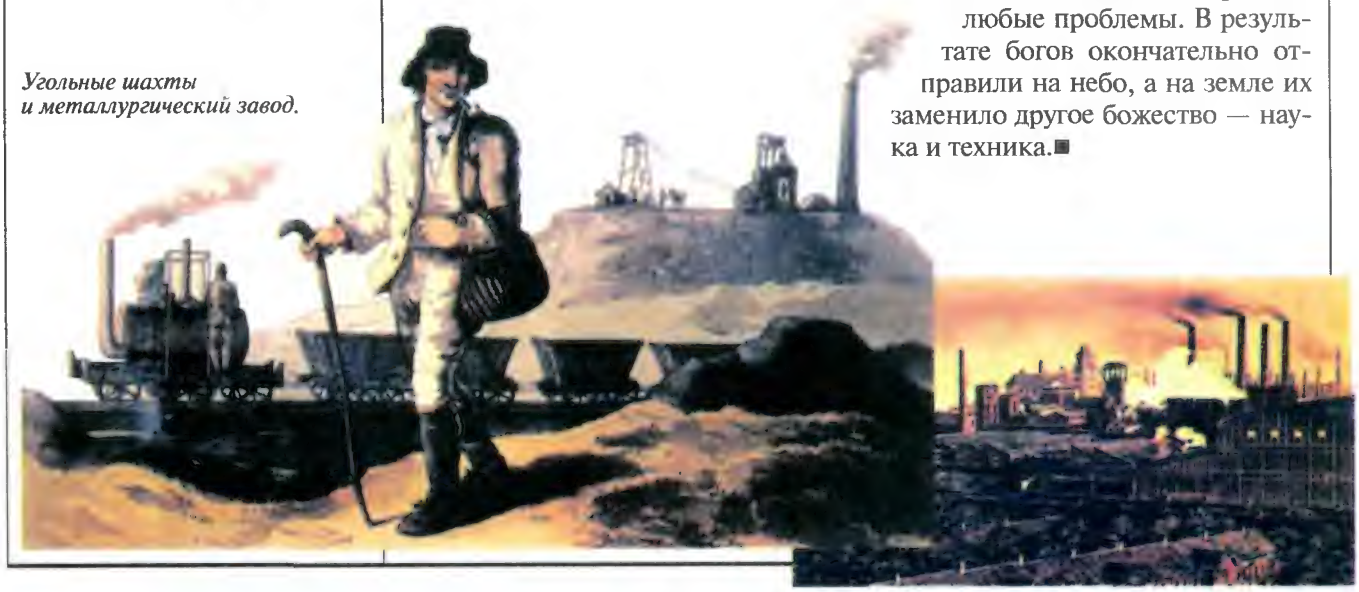
В мире уже почти не остается таких стран, где бы не дымили трубы предприятий или электростанций, не были бы проложены железные или автомобильные дороги, и тем более нет стран, где армия или полиция не были бы вооружены современным огнестрельным оружием. Сейчас мир вступил в период развития информационных технологий, которые стали планетарными всего за 20 лет.

В местах развития сельского хозяйства происходит уничтожение дикого растительного и животного мира, но человек частично заменяет его культурными растениями и домашними животными. А в местах развития промышленности полностью уничтожается дикая природа и сооружаются дороги, аэродромы и т. д. Поистине грандиозная деятельность человека, завоевание им всей поверхности суши, недр Земли и Мирового океана, наконец, проникновение его в космическое пространство породили у людей веру в беспредельные возможности науки и техники, в способность человечества решать любые проблемы. В результате богов окончательно отправили на небо, а на земле их заменило другое божество — наука и техника.■

К началу нашей эры (2 тыс. лет назад) было уже 100 — 200 млн. жителей Земли. К 1000 г. население выросло до 275 млн. человек. С этого времени начался все ускоряющийся рост населения планеты, связанный с планетарным распространением сельского хозяйства, а затем промышленной революцией и научно-техническим прогрессом. К 1800 г. население удвоилось по сравнению с 1500 г., в 1900 г. достигло 1600 млн. человек, к 1950 г. — уже 2500 млн., а в 1999 г. — 6 млрд. человек.

Одновременно с черной металлургией развивалась и угледобывающая промышленность. Индустриализия повысила благосостояние людей, но не устранила нищету и значительно ухудшила экологическое состояние планеты.■

Угольные шахты и металлургический завод.

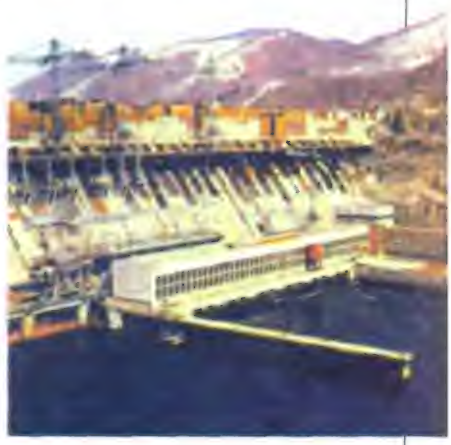


Глобальные изменения биосферы

Источником развития экономики являются ресурсы природы. И другого такого источника у человека нет. Биосфера — это вся совокупность живых организмов, включая человека, и окружающая среда. И, как это не драматично, экономический рост невозможен без разрушения биосферы.

Человек XX в., созидая, пользовался экстенсивными методами, т. е. разворачивал строительство предприятий, увеличивал площади под сельское хозяйство, возводил самые крупные заводы по выплавке стали и выпуску автомобилей, строил крупнейшие электростанции и огромные водохранилища. Этот процесс шел во всем мире, в том числе и в России, и назывался **индустриализацией**.

В последней четверти XX в. человечество начало переходить к другому методу хозяйствования — интенсивному. Причиной тому стала нехватка ресурсов, прежде всего нефти, цены на которую в 70-е гг. XX в. быстро поднялись. Интенсивные методы позволяют производить из меньшего количества сырья большее количество продуктов, т. е. использовать ресурсосберегающие технологии, позволяют отказаться от гигантских предприятий, а также предполагают высокий уровень точности и надежности технологических процессов, создают возможности для быстрого перехода к производству новой продукции.■



Человек, изменяя природную среду, создает искусственную, например, сооружает гигантские плотины на реках или сваливает ненужные отходы в кучи.

Наиболее продуктивные земли на планете в XX в. в основном уже были использованы, а другие стали непригодными из-за эрозии и истощения, поэтому сельское хозяйство тоже перешло на интенсивные методы хозяйствования. Этот переход получил название **«зеленой революции»**. В результате прирост производства продовольствия происходил в основном не за счет увеличения обрабатываемых площадей, а благодаря внедрению новых высокоурожайных сортов растений и продуктивных пород животных, применению средств защиты растений и животных, улучшению методов обработки почвы, внесению большого количества удобрений и расширению орошаемых земель. Это позволило за период с 1950 по 1985 г. вдвое увеличить производство продуктов питания. Поскольку экономический рост шел за счет развития промышленности, которая размещается в основном в городах, то наш век стал веком урбанизации (от лат. urbs – город).

Американский математик Э. **Лоренц** как-то всерьез спросил: «Может ли полет бабочки в Перу вызвать торнадо в штате Айова?» Этим он хотел сказать, что даже малые величины могут в определенных условиях изменить состояние экосистемы.■

Первую информацию о реальном состоянии окружающей среды в США, вызвавшую у читающей публики шок, дала журналистка **Речел Карсон** в своей теперь уже знаменитой книге «Молчаливая весна», вышедшей в 1962 г., где она показала, как сильно человек изменил природу страны, как химические вещества, особенно пестициды, пагубно воздействуют на живые организмы. Со стороны промышленных кругов и консерваторов, выступающих против закона об охране здоровья человека и окружающей среды, на автора обрушился поток убийственной критики. Но Речел выстояла. Ее книга выдержала много изданий, а недавно вице-президент США, известный эколог, **Альберт Гор** в предисловии к последнему изданию книги в 1995 г. назвал ее классической.■

В атмосфере быстро нарастает концентрация углекислого газа: за XX в. она выросла на 25%. Еще быстрее растет концентрация метана. Увеличивается также содержание окиси серы и окислов азота. Наконец, с 1950 г. в атмосфере появились хлорфторуглероды, или фреоны, — вещества, ответственные за разрушение озонового слоя и используемые в различных производствах.■

Разлив нефти в морях и океанах – бич для всех живых существ.



Почвенный покров суши также быстро деградирует. Только за 1970 – 1990 гг. на возделываемых человеком землях разрушено 480 млрд. т верхнего слоя почвы, что эквивалентно всем пахотным землям Индии. Российский академик-почвовед **Г. В. Добровольский** (р. 1922) пишет: «Если в прошлом веке и первой половине XX в. угроза разрушения почвенного покрова была ясна, но все-таки носила региональный характер, то теперь стало очевидным, что эта угроза имеет уже глобальный характер».■

Возобновляемым ресурсом сейчас перестает быть растительный и животный мир. Человек не только лишает огромное число организмов пищи, но и сокращает территорию их естественного местообитания. Исследования показали, что утрата 50% естественной среды обитания ведет к потере примерно 10% видов.■

Чтобы гигантская экономическая машина, построенная человеком, надежно функционировала, для ее поддержания добываются горы различных веществ – ежегодно около 300 млрд. т, т. е. на каждого жителя планеты в год приходится 50 т разнообразного сырья, начиная от минеральных руд, нефти и газа и кончая зерном, хлопком и мясом. Чтобы все это добыть и переработать, требуется еще 4400 км^3 воды в год, т. е. 730 т на каждого человека. Энергетическая мощность, необходимая для переработки сырья, составляет около 3,2 кВт на каждого жителя планеты.■

Бурный рост экономики в XX в. вызвал грандиозные изменения в биосфере, хотя начало им положила вся предыдущая история освоения планеты. Такое массированное воздействие на биосферу долго не осознавалось обществом. Более того, человек ощущал себя «преобразователем» природы, а свои действия расценивал как «улучшение», «совершенствование», «управление».



Сельскохозяйственная деятельность приводит к опустыниванию и разрушению почв.

Причиной непонимания драматических последствий вторжения в природу было также и отсутствие данных о результатах такого вторжения. Сейчас, например, почти каждый человек читал или слышал о повышенном содержании углекислого газа в атмосфере, о парниковом эффекте и потеплении. А ведь наблюдения за содержанием этого газа в атмосфере начались только в 50-х гг. XX в., а то, что его концентрация стала увеличиваться, узнали значительно позже — в конце XX в.

Современные наблюдательные системы дают возможность получать сведения о состоянии окружающей среды в глобальном масштабе. В результате обработки получаемых данных оказалось, что во всех средах — воздушной, водной, почве – идет изменение содержания химических веществ, в первую очередь **биогенов** — веществ, необходимых для жизни (углерод, азот, фосфор).■

Водохранилища ухудшают качество воды в реках. Дым и газы, выбрасываемые из труб предприятий, отравляют атмосферный воздух.





Разрушение естественных экосистем

Естественные экосистемы — это системы сообществ организмов, тесно связанных между собой. Сами сообщества могут занимать очень небольшие участки (десятки квадратных метров), но их наборы — экосистемы — охватывают большие участки территории. Все естественные экосистемы Земли образуют глобальную экосистему — биосферу.

Воздействие человека и животных на природу отличается тем, что деятельность первого переходит ту грань, когда нарушается равновесие.
Дж. П. Марли.

По оценкам российских и американских экологов, в настоящее время человек потребляет уже 10% чистой первичной продукции, т. е. переводит на себя ее 1/10 часть, а попутно разрушает еще 30% чистой первичной продукции. Тем самым он лишает пищи многие виды животных. Это одна из главных причин исчезновения видов на планете в XX в. Перед угрозой уничтожения сейчас находятся более 30 тыс. видов животных и растений. Скорость исчезновения млекопитающих в XX в. в 40 раз превысила скорости в геологическом прошлом.■

Связи между видами внутри сообщества формировались на протяжении всей эволюции. Каждому виду отведены своя ниша, свой участок «работы» и поток пищи (энергии). Сообщество представляет собой организм, однако в экосистеме составляющие виды сообщества могут находиться в конкурирующих отношениях за выживание.

Участок, занимаемый каждым отдельным деревом в лесной экосистеме, — это целое сообщество организмов, а размеры сообщества определяются проекцией кроны дерева на поверхность земли. В него входят подлесок с кустами и травой и все почвенные организмы. Растительная часть — это «кухня», где для всех остальных организмов с помощью фотосинтеза готовится еда. Все, что растения приготовят за год, называют **валовой**, или **полной биологической продукцией**. Часть ее затрачивается на себя — для роста и дыхания, а все оставшееся — чистая первичная





Дикая природа, естественные экосистемы управляют окружающей средой, концентрациями в ней важных для жизни веществ. Когда человек нарушает законы природы, то она становится легкой добычей насекомых-вредителей.

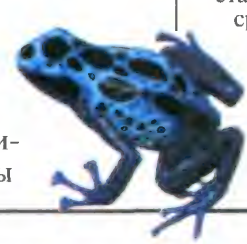
биологическая продукция — достается почвенным микроорганизмам, грибам и насекомым. Чистая первичная биологическая продукция — это то, что дерево в течение года сбрасывает с себя — листья (или иголки), сухие ветки, плоды, что выработано деревом из углекислого газа атмосферы и воды и съедается в основном почвенными организмами. В результате вновь образуются углекислый газ и вода, которые возвращаются в окружающую среду. В атмосфере количество углекислого газа невелико, и его возврат поддерживает содержание газа на постоянном уровне. В каждом сообществе растениями потребляется газа и воды столько, сколько возвращается обратно в окружающую среду. Так осуществляют круговорот все экосистемы и глобальная экосистема — биосфера.■

Жизнь — это непрерывный круговорот веществ-биогенов, а потому их концентрация в окружающей среде должна быть стабильна. Когда в окружающей среде изменяется концентрация биогенов, то каждое сообщество размыкает круговорот веществ, чтобы восстановить равновесие. Таким образом биота (соокупность всех естественных организмов) контролирует, регулирует и стабилизирует окружающую среду. Можно сказать, что окружающая среда сформирована в большей степени биотой, чем геофизическими силами.

Геологам давно известно, что отчасти земная кора создана в основном биотой или при ее активном участии. Это подтверждается тем, что в верхних слоях земной коры присутствует распыленное органическое вещество. Считается, что знаменитые железорудные месторождения Курской магнитной аномалии возникли в результате деятельности бактерий в древнем океане. Они переводили растворимые соединения железа, поступающие в океан из недр земли, в нерастворимые формы, которые осаждались, в результате чего образовывались огромные залежи железной руды. Толщи известняков, фосфоритов и других горных пород, не говоря уже об угле и нефти, — все это результат деятельности биоты. Признано, что современная кислородная атмосфера тоже создана биотой. В Мировом океане сохраняется постоянное соотношение между важнейшими биогенами — углеродом, азотом, фосфором и кислородом, равное отношению этих веществ при создании органики. Это соотношение свидетельствет о том, что концентрация биогенов в океане сформирована и поддерживается биотой. В некоторых районах Мирового океана есть сероводородные зоны, в частности в Черном море. В таких зонах тонкая донная пленка так называемых сульфаторедуцирующих бактерий (толщиной всего 5 см) поддерживает концентрацию сероводорода в слое воды более километра и ограничивает жизнь других морских организмов верхним слоем воды толщиной в несколько сотен метров.

Хорошо всем известное выветривание (распад) горных пород, в котором, как считалось раньше, главную роль играют изменения температуры, таяние и замерзание воды, на самом деле происходит в основном благодаря деятельности микроорганизмов. Это вполне согласуется со словами академика В. И. Вернадского, что «мы не имеем на Земле более могучего дробителя материи, чем живое существо».■

Чтобы вспахать поле, построить дом, провести дорогу, канал или линию электропередачи, приходится разрушать или полностью уничтожать часть какой-нибудь естественной экосистемы. Человек считал и продолжает считать, что такая деятельность естественна, поскольку силы



Еще в начале XX в. американский биохимик **А. Лотка** доказал, что круговорот биогенов (так назвал вещества, необходимые для жизни, российский академик В. И. Вернадский) замыкается с большой точностью, т. е. сколько биогенов биота забирает из окружающей среды, столько и возвращает. Углерода (в виде углекислого газа), т. е. основного после воды биогена в атмосфере ограниченное количество — 700 млрд. т. Ежегодно вся биота суши и океана забирает для фотосинтеза 100 млрд. т углерода и создает из него органическое вещество. Если бы организмы, питающиеся органикой, не возвращали его обратно в атмосферу, то весь углерод исчез бы всего за 7 лет и тогда жизнь должна была бы прекратиться. Углерод, доступный для фотосинтеза, есть и в морской воде: его там 2000 — 3000 млрд. т, но и он был бы «съеден» всего за 30 — 40 лет.



Если бы питающиеся виды ежегодно не возвращали всего несколько процентов углерода обратно в атмосферу, то примерно через 1000 лет жизнь на Земле исчезла бы. Тем не менее Земля существует уже более 600 млн. лет. Без сомнения, биота Земли замыкает круговорот углерода с очень большой точностью. Каждое сообщество конкурирует за право лучше делать эту важную работу, которая обеспечивает для самой биоты, т. е. для жизни стабильную окружающую среду. Те сообщества, которые плохо выполняют эту работу, вытесняются из экосистемы.■

При собирательстве, первобытном рыболовстве и охоте человек обходился только своей мускульной силой, которая составляет 130 Вт. В период первобытного земледелия и скотоводства мощность человека за счет использования огня возросла до 250 — 300 Вт. Промышленная революция и научно-технический прогресс значительно ее усилили, и сегодня она достигла 3200 Вт на одного человека.■

История освоения Земли — это история уничтожения лесов. Древнейшим видом земледелия было подсечно-огневое, когда для создания поля сжигался участок леса. Зола служила удобрением, и почва несколько лет давала хорошие урожаи. Когда почва истощалась, участок бросали и выжигали новый. Такой вид земледелия до сих пор используется в некоторых тропических странах.

Еще в древности леса были сведены на Ближнем Востоке, в Греции, на Апеннинском полуострове, в Индии и восточной части Китая. А в Европе император франков Карл Великий в IX в. объявил, что каждому, кто расчистит поле на месте леса, эта земля отдается во владение. Леса вырубались не только для создания полей. Из дерева строили дома, флот, получали древесный уголь для металлургии.■

Дятел — санитар леса.



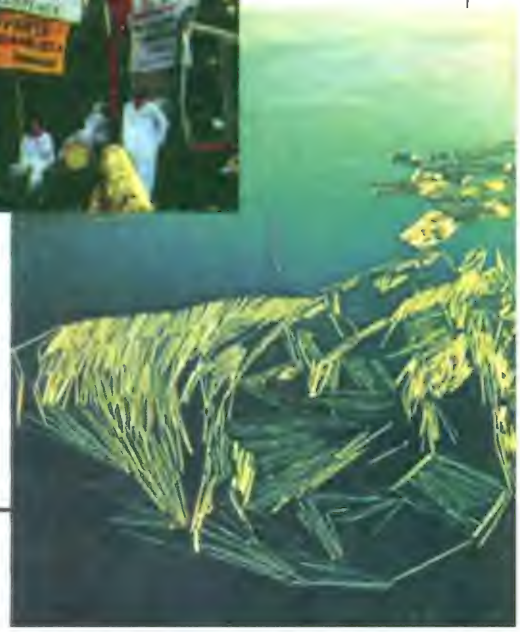
природы кажутся ему неисчерпаемыми. Должно было пройти очень много времени, прежде чем человек смог осознать, что такая деятельность ведет к экологической катастрофе. Только в XX в., когда появились первые искусственные спутники Земли и орбитальные станции, изучающие ресурсы Земли, человек наконец воочию смог увидеть содеянное им. Спутниковые данные в конце XX в. позволили установить размеры разрушенных человеком естественных экосистем. Ярким примером преобразовательной деятельности человека могут служить заглубленные ландшафты, вырубленные леса, расширяющиеся пустыни.■

Полученные данные позволили построить карту территорий с нарушенными естественными экосистемами. Оказалось, что если не принимать в расчет участки суши, покрытые льдом (Антарктида, Гренландия и др.), и оголенные скалы, то 63% поверхности суши Земли представляют собой разрушенные естественные экосистемы, причем 2/3 из них были уничтожены в XX в. В первую очередь разрушению подверглись лесные экосистемы. Особенно быстрыми темпами идет уничтожение тропических лесов, в частности такого крупнейшего массива, как леса в бассейне реки Амазонки. И хотя во многих странах существует законодательство о защите лесов, но в действительности из 10 га вырубленного леса в мире восстанавливается только 1 га.■

Территории на суше с полностью или частично разрушенными естественными экосистемами можно наблюдать повсюду, но есть несколько крупных районов, где они разрушены на огромных пространствах. Это прежде всего очаги древнего земледелия. Практически вся Европа, за исключением северной части России, представляет собой сплошной массив разрушенных экосистем. Хотя 30% территории Европы сейчас покрыты лесами, но на самом деле это или насаженные человеком леса для промышленной добычи древесины, или вторичные леса, в которых еще не восстановились функции регулирования и стабилизации окружающей среды. Хорошо всем известные в средней полосе России березовые леса служат примером такого вторичного леса. Они свидетельствуют о том, что на этом месте когда-то были вырублены девственные леса и сейчас идет процесс их самовосстановления. В некоторых европейских странах кое-где чудом сохранились девственные ле-



Экологическая организация Гринпис («Зеленый мир») выступает против вырубки девственных лесов в Карелии.



Сплав леса по рекам.



Вырубка лесов в XIX в. при освоении территории США.

са (Норвегия, Прибалтика, Белоруссия, Исландия), но они представляют собой небольшие участки, в сумме составляющие не более 4% площади Европы.

Другая гигантская территория с полностью разрушенными естественными экосистемами — это Южная и Юго-Восточная Азия. На этой территории находятся страны на полуострове Индостан, Малайзия, Таиланд, Индонезия, Филиппины. На этом огромном пространстве сохранилось не более 7% территорий с естественными экосистемами. Например, в Индии они занимают только 1% территории страны. В Малайзии лесопромышленные компании, вырубив собственные леса, стали их сводить в Южной Америке, в бассейне реки Амазонки.

Еще одна огромная территория с полностью разрушенными экосистемами образовалась всего в течение 300 лет в Северной Америке, в основном на территории США, южной части Канады и северной части Мексики. В этом обширном районе сохранилось только 5% территории с ненарушенными экосистемами.

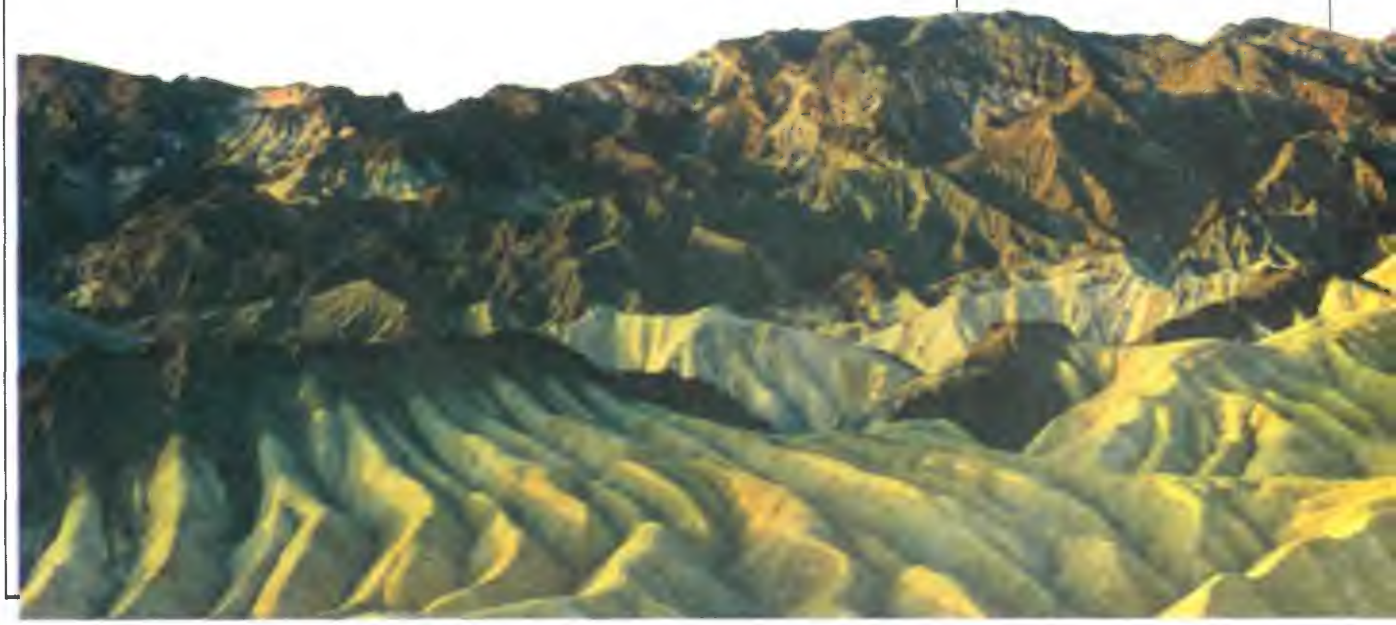
Таким образом, в Северном полушарии возникли три обширных региона, в которых в результате интенсивной хозяйственной деятельности человека полностью изменен механизм естественной регуляции и стабилизации окружающей среды.

Когда разрушают естественные экосистемы, происходит выделение не только углерода в виде углекислого газа, но и других биогенов — азота и фосфора. Азот выделяется в виде газов и растворимых веществ, а фосфор — в виде растворимых веществ и остатков организмов. В результате в воды суши и океана устремился поток биогенов, которые вместе с промышленными сбросами азота и фосфора давно превысили их естественный поток. Окружающая среда потеряла устойчивость, а биота уже не в состоянии ее обеспечивать.■

В Европе, которую в VII в. почти полностью покрывали леса, через тысячу лет стали преобладать открытые пространства. Площадь лесов оказалась наименьшей за всю историю континента — сократилась в 6 раз. Только в середине XIX в. в некоторых странах Европы стали учреждаться лесные службы и вводиться закон об охране лесов.

Со времени неолитической революции площадь лесов на Земле сократилась вдвое. Это снизило интенсивность круговорота воды и способствовало расширению площади пустынь. Усугубляло положение и развитие скотоводства: скот не только уничтожал растительность, но и разрушал почвенный слой. Один из исследователей пустынь писал, что «кочевник является не столько сыном пустыни, сколько ее отцом». Сейчас можно добавить, что матерью пустынь стало земледелие. В соответствии с климатическими условиями пустыни должны занимать на суше 34 млн. км^2, а фактически их площадь превышает 43 млн. км^2. Российский академик **В. А. Ковда** считал, что за время существования земледелия человек превратил в пустыни 20 млн. км^2 земель.■

Бедленд (дурные земли) — территории в предгорьях, разрушенные водными потоками и непригодные для земледелия в результате деятельности человека.



Мировая экономика как производство отходов



Древний сосуд — находка археологов, изучающих историю цивилизации по отходам.

В материальной сфере мировая экономика использует различные вещества, которые в процессе производства проходят три стадии: исходное вещество (сырье), промежуточные продукты производства (возникающие и используемые) и конечные продукты. На каждой стадии образуются отходы, в том числе и на стадии конечных продуктов, так как любой продукт после использования становится отходом. Следовательно, все производимые продукты, начиная от хлеба и кончая сооружениями, в конце концов становятся отходами. Таким образом, продукт — это будущий отход, или отход потребителя.

Каждый человек ежедневно имеет дело с продуктами, которые быстро становятся отходами. Для их удаления в квартирах существуют мусоропровод, пластмассовые мешки или обычное помойное ведро, а также канализация. В среднем каждый житель выбрасывает в мусоропровод ежедневно от 0,5 до 2 кг только домашних или бытовых отходов. Когда выбрасывается 1 кг отходов, то считается, что выбрасывается еще 25 кг, так как в процессе производства использованного человеком продукта уже возникло 25 кг отходов. Таким образом, весь процесс производства, вся наша экономика —



Только из мусора, который мы каждый день выбрасываем, вырастают горы отходов.



В местах расселения людей веками накапливались отходы, особенно в городах-долгожителях, которые вырастали на слоях отходов. Археологи называют их культурными слоями. Толщина такого культурного слоя в Париже достигает 20 м, в Лондоне — 25 м, в Москве — 24 м, а в Киеве — местами 44 м. Такие культурные слои могут оказаться очень опасными, поскольку совсем еще недавно, каких-нибудь 30 — 50 лет назад, не существовало правил захоронения отходов, в том числе опасных. Сейчас при расширении городов строители нередко натыкаются на такие слои, но чаще их не обнаруживают и строят прямо на опасном месте.■

Производя продукты, человек с помощью технологий организует химические превращения вещества. При этом возникают побочные, ненужные продукты, т. е. отходы. Костер — это первая химическая реакция, осуществленная человеком. Тогда же возникли и первые отходы — при горении углерод соединяется с кислородом, при этом выделяется тепло и образуются углекислый газ и зола. Случилось это, судя по археологическим данным, не менее полумиллиона лет назад. С тех пор человек непрерывно увеличивает количество химических реакций, массу и разнообразие веществ, участвующих в них. Соответственно растет и масса отходов.■



Каждый изготовленный предмет имеет свой груз отходов, которые немецкие ученые назвали «экологическим рюкзаком». Так, например, золотое кольцо на пальце весом 10 г имеет экологический рюкзак в 3,5 т отходов; 1 т угля имеет экологический рюкзак, равный 3,5 т; 1 т стали — 20 т, а 1 т меди — 420 т.■

Время бурного развития химии и химической промышленности началось в XIX в. Химия стала одной из ведущих наук и по числу научных достижений уже давно опережает другие естественные науки. Химия занимается созданием новых веществ, выявлением состава и структуры природных веществ и способов их искусственного синтеза.■

это на самом деле гигантская машина по производству отходов — сиюминутных или долгоживущих. Любой пищевой продукт, предмет домашнего обихода, автомашины, железнодорожные рельсы, строения — все в конечном счете превратится в отходы.

Американские исследования показали, что в отходы уходит в 10 раз больше ресурсов, чем на производство продуктов. Американская инженерная академия определила, что 93% покупаемого и потребляемого сырья никогда не превращаются в продаваемые продукты, потому что уходят в отходы. Более того, 80% продуктов человек выбрасывает после одноразового использования, а остальные 20% никогда не используются до конца. Всем хорошо известно, что многие продукты устаревают не физически, а морально и в результате становятся отходами.

Ежегодно добываемые в мире 300 млрд. т вещества означают, что в течение года образуется примерно такая же масса отходов. Жидкие и газообразные отходы производства, если не учитывать канализационные воды, составляют 10% всей массы отходов, а остальные — это твердые отходы, которые надо куда-то спрятать, так как в силу закона сохранения вещества и энергии они не могут исчезнуть. Сейчас эту задачу решают в основном путем захоронения твердых отходов в землю или путем затопления в океане. Небольшую часть отходов сжигают, при этом отходы просто переходят из одного состояния (твердого) в другое (газообразное), но все равно часть отходов остается в виде золы. Сравнительно небольшую часть отходов используют для производства продуктов, например: строительный мусор — для производства стройматериалов; бумажную макулатуру — для производства картона. Однако это просто означает создание отложенных отходов, перевод их из категории короткоживущих в средне- или долгоживущие.

Мечтой многих инженеров было создание безотходных экологически чистых технологий. Такой, например, долгое время считали атомную энергетику. На самом же деле пока не создано ни одной подобной технологии хотя бы уже потому, что для любого производства нужна территория, на которой надо уничтожить все живое и очистить ее — и вот уже первые отходы! Таким образом, человечество не производит в материальной сфере ничего, кроме отходов, и однажды созданные отходы чаще всего сохраняются «на всю оставшуюся жизнь».■



Загрязнение природной среды

Хотя твердые отходы и составляют основную часть мусора, получаемого в процессе хозяйственной деятельности, но они не столь явно воздействуют на человека, как газообразные и жидкие отходы.

Человек для своих нужд сжигает ископаемое топливо, поэтому наши города и населенные пункты — это скопления труб, непрерывно выбрасывающих в атмосферу продукты сгорания угля, нефти, газа. Эти загрязнения охватывают большие территории. Так, сажа и пыль разносятся на 100 км, а газы — на тысячи километров. Разрушенные экосистемы уже не в состоянии полностью очищать воздух от загрязнений, поэтому в нем идет постепенное накопление газов — продуктов сгорания ископаемого топлива, а именно: углекислого газа, двуокиси серы, окислов азота, углеводородов. Эти газы оказывают негативное воздействие на окружающую среду и человека.



Нефтяной фонтан. Нефть — кровь современной промышленности.

Так, углекислый газ создает парниковый эффект и, возможно, вызывает потепление климата. Промышленные газы отрицательно воздействуют на здоровье человека и другие организмы. Двуокись серы и окислы азота, соединяясь в облаках с мельчайшими капельками воды, образуют кислоты. В результате облака проливаются кислотными дождями, наносящими огромный ущерб окружающей среде.■

Загрязнение водной среды жидкими отходами происходит в основном на суше и в отдельных прибрежных зонах Мирового океана. На суше еще остались реки, озера и подземные воды, которые избежали загрязнения. Так, в России относительно чистыми считаются только природные воды на северо-востоке стра-

Впервые кислотные дожди стали выпадать в XIX в. в районе города Бирмингема — тогдашнего промышленного центра Англии. Сейчас кислотным осадкам подвержены Северная Америка, Европа, Япония, Корея, Китай. В России кислотные дожди часто идут в районах вокруг промышленных городов.

В результате кислотных дождей и закисления почв в Европе началось заболевание и гибель лесов. Этой болезнью охвачено 30 — 40% залесенных территорий. Кислоты вымывают из почвы алюминий, который, попадая в водоемы, убивает рыбу и другие водные организмы. В Швеции в результате закисления остались без рыбы 4500 озер, а 1800 стали безжизненными.■

Птица, покрытая мазутом, разлившимся по поверхности океана в результате аварии танкера.



Очистка территории, загрязненной нефтью.

ны. В Соединенных Штатах Америки и Европе в той или иной степени загрязнены все поверхностные воды, а в большей степени – подземные. Долгое время основным источником загрязнения воды были канализационные трубы. Системы канализации устраиваются в населенных пунктах специально для того, чтобы отвести и сбросить в природные водоемы бытовые и промышленные сточные воды, ливневые и талые воды с территории городов и поселений. Длительное время канализационные воды не очищались. Во многих странах очистка не производится и сейчас. Так, в Индии из 3119 городов только в 8 городах ведется полная очистка и в 217 — частичная. В России из 60 км^3 ежегодно сбрасываемых сточных вод только половина проходит полную очистку, а остальные воды — частичную или вообще сбрасываются без очистки. Полной очистки, как правило, никогда не бывает. Неочищенные же сточные воды необходимо разбавлять по крайней мере в 100 раз и более. Таким образом, для питьевого водоснабжения используются загрязненные естественные воды. Для безопасного их потребления на водозаборных станциях производится очистка, но даже и она не всегда помогает. Так, в США, где большая часть населения пьет очищенную водопроводную воду, ежегодно заболевают 700 тыс. человек. В мире 80% всех заболеваний вызвано питьевой водой плохого качества.



Во второй половине XX в. появился еще один серьезный источник загрязнения природных вод — сельскохозяйственное производство, в котором в огромных количествах используются минеральные удобрения и пестициды. Обычно до растений доходит не более 30 — 50% этих веществ, остальное же остается в почве и дождевыми водами переносится в водоемы. Азот, фосфор и калий способствуют интенсивному размножению водорослей (**эвтрофикации** водоемов), что, в свою очередь, ведет к большому накоплению мертвого органического вещества в донных отложениях и воде, на окисление которого затрачивается много кислорода. Без кислорода погибают многие водные организмы, а пестициды к тому же вызывают у них заболевания и влияют на функции воспроизводства потомства.

Все те загрязнения, которые попадают в атмосферу, в конечном счете оказываются на поверхности земли и дождями смываются в водоемы. Таким путем особенно сильно загрязняются грунты в городах, в результате чего гибнут зеленые насаждения, а детям становится опасно играть «в песочек». А вокруг городов на загрязненных почвах интенсивно выращиваются зерновые и овощи, что способствует попаданию опасных веществ в продукты питания.■





Некоторые морские животные питаются медузами. Но иногда они принимают за медуз отходы, которые попадают в моря. И в результате – погибают.

Человек использует природные воды для получения энергии, для орошения и как транспортные системы. В связи с этим он ведет активное гидротехническое строительство и меняет естественный режим реки. Это разрушает естественные водные экосистемы, которые перестают выполнять свои функции регулирования и стабилизации водной среды. Белорусский поэт **Максим Танк** (1912 – 1995) так описал подобную ситуацию в стихотворении «На похоронах реки»:

Нынче меня навестили друзья
Приречные жители.
Пригласили на похороны
Реки.
Господи,
И кто бы подумал,
Что мы ее переживем!
Столько в ней было живучести,
Певучей кипучести вешней!
От прощальных слов
Знакомых аистов,
Журавлей и цапель,
От щемящего плача пигалиц
Вздрогнуло даже
Железное сердце экскаватора,
Который рыл для реки ложе.
И пришлось вызывать
«Скорую помощь».
А в общем все было нормально,
Даже кое-кто премию
За эти похороны
Получил.■

Опасные и радиоактивные отходы

По степени воздействия на человека и другие живые организмы различают нейтральные, малоопасные и опасные отходы. Границы между этими категориями весьма неопределенны, так как воздействие большинства веществ на организм человека еще не изучено.



К опасным относят вещества, которые представляют угрозу для здоровья человека или окружающей среды. Российский эколог Н. Ф. Реймерс назвал опасные отходы **токсичными** и определил их как «отходы, способные вызвать отравление или иное поражение живых существ». Однако степень опасности многих веществ или не определена, или определена условно, или они объявляются безопасными. Были случаи, когда люди в течение многих лет имели дело с веществом, оказавшимся чрезвычайно опасным, например с ДДТ и другими пестицидами, некоторыми лекарственными препаратами, хлорированными углеводородами. Даже для тех веществ, на которые есть данные о степени их опасности, предельно допустимые их концентрации могут сильно варьировать. Нередко списки опасных отходов в разных странах не совпадают. Каждая страна приводит свои данные, которые подчас характеризуют не столько реальное положение, сколько уровень информированности чиновников.■

Основные источники опасных отходов — промышленность, энергетика, автотранспорт и сельское хозяйство. В мире очень много городов-заводов, т. е. крупных предприятий и прилегающих к ним городов. Все жители города подвержены воздействию опасных отходов. На остальных горожан воздействуют отходы, выбрасываемые из дымовых труб в атмосферу и труб канализации — в реки и водоемы. Степень воздействия опасных отходов зависит от превышения предельно допустимых концентраций опасных веществ. Как влияют опасные отходы на здоровье населения, показали исследования, проведенные в Новокузнецке, где концентрации некоторых опасных загрязнений в атмосфере превышают допустимые нормы в десятки раз. По сравнению с контрольным городом, где загрязнение не превышает нормы, здоровых детей в Новокузнецке в 2,9 раза меньше и в 1,6 раза больше детей с хроническими заболеваниями, а общая заболеваемость в 2,1 раза выше.■

В большинстве стран развитие атомной энергетики было приостановлено в результате чернобыльской аварии в 1986 г. Прологом к ней послужили аварии в других странах. В Англии на атомном предприятии в Селлафильде в 1957 г. в результате аварии погибли 13 человек и более 260 заболели.

В 1957 г. в России близ уральского города Кыштыма на предприятии «Маяк» произошел взрыв в хранилище радиоактивных отходов, в результате которого загрязнение накрыло территорию площадью 15 тыс. км^2. Подробности этой аварии мир узнал только после 1986 г. Но самой крупной аварией в бывшем СССР была чернобыльская, в результате которой погиб 31 человек и более 200 заболели лучевой болезнью. Если при взрыве ядерного оружия в Хиросиме в окружающую среду было выброшено всего 1,1 кг радиоактивного вещества, то при чернобыльской аварии — 100 кг. В радиусе 2 тыс. км на территориях 20 государств образовались пятна заражения радиоактивными веществами. Больше всех кроме самой Украины пострадали Белоруссия и Россия, где общая площадь загрязнения превысила 60 тыс. км^2 с населением более 200 тыс. человек.■

Современное сельскохозяйственное производство — источник загрязнения окружающей среды и продуктов питания пестицидами.



Уповая на мощь ядерного оружия и возможность использовать ядерную энергию в гражданских целях, страны — обладатели ядерного оружия создали огромные военные и гражданские промышленные комплексы, а в ряде неядерных стран (например, в Японии) возникли гражданские промышленные комплексы. Пик развития этих комплексов пришелся на середину 80-х гг. XX в. После этого началось их сокращение, так как ядерные державы договорились о запрете производства ядерного оружия в других странах и сокращении собственных арсеналов. На развитие гражданского сектора ядерного комплекса сильно повлияли аварии на атомных электростанциях, и особенно катастрофа на Чернобыльской атомной электростанции. В этот период мощность атомных электростанций в СССР достигала 117 млн. Вт и составляла 17% от мировой. Франция, Бельгия и некоторые другие страны к этому времени стали заложниками атомной энергетики. В России помимо блоков атомных электростанций на суше большое количество энергетических блоков установлено на атомных подводных лодках и военных кораблях. Кроме того, множество реакторов используется в научных целях.

Основная проблема ядерного комплекса — захоронение ядерных отходов. Проблема отходов вообще далека от решения, а для радиоактивных отходов и подавно. Между тем их масса в мире постоянно растет. Любой энергетический блок (реактор) — источник постоянной эмиссии радиоактивного материала. И хотя годовая масса отходов всех атомных электростанций мира в 9 раз меньше отходов одной средней по мощности тепловой электростанции, работающей на угле, но расходы на хранение, транспортировку и захоронение ядерных отходов несравненно больше. Срок работы атомных электростанций не превышает 30 лет. После закрытия АЭС необходимо с большой предосторожностью разобрать, место дезактивировать, а отходы надежно хранить не одну сотню лет.■



Ракетное топливо — источник токсикантов, попадающих в окружающую среду вместе с падающими на поверхность Земли ступенями ракет.

Чернобыльская авария показала ненадежность и исключительную опасность определенных типов энергетических реакторов.

После чернобыльской аварии самая крупная произошла в России в 1993 г. в районе Томска, в результате чего выброс радиоактивных отходов образовал зону заражения площадью до 100 км^2. Лишь удачное стечение обстоятельств спасло жителей Томска от попадания в зону заражения.■





В России насчитывается 28 тыс. производственных предприятий. Из них особенно много опасных отходов дают 428 металлургических завода, 625 химических и нефтехимических предприятий и 5429 машиностроительных. Химические предприятия — источники супертоксикантов — диоксинов и диоксиноподобных веществ.



Для опасных отходов создаются специальные хранилища общего пользования или хранилища на самом предприятии. В последние годы правительства европейских стран усиливают контроль за режимом хранения опасных отходов и обязывают предпринимателей накапливать их на территории предприятий и при этом выплачивать штраф, который возвращается в том случае, если предприниматель находит способ вторичного использования отходов. Опасные отходы сжигают также на специальных установках, которые превращают их в малотоксичные и нейтральные и не дают опасных газовых выбросов. В Европе их нередко сжигают на специальных судах в Северном море. От практики затопления опасных отходов в море и захоронения их в глубоких подземных пустотах постепенно отказываются.■

Супертоксиканты встречаются в телах как птиц и пингвинов в Антарктиде, так и белых медведей в Арктике.



Супертоксиканты

Американский эколог Ю. Одум еще в 60-х гг. XX в. писал о стойких загрязнителях, которые в естественной среде не разрушаются вовсе либо разрушаются очень медленно. Стойкие загрязнители, разлагаясь на более ядовитые составляющие или соединяясь с другими веществами окружающей среды, биологически усиливаются по мере продвижения по пищевой цепочке.

Если, например, такое стойкое вещество в очень малой концентрации находится в воде, то одноклеточные организмы, процеживая воду, накапливают его в своем теле. Рачки поедают одноклеточных, и в их теле концентрация вещества еще больше возрастает. Мелкая рыбешка питается рачками, а ее, в свою очередь, поедает крупная рыба, и каждый раз концентрация вещества растет. Крупная рыба может попасться человеку, и вместе с ее мясом он получает уже большую дозу опасного вещества, которое накапливается в его организме. Концентрация вещества в такой цепочке возрастает в тысячи раз, а возможны случаи ее повышения в миллион раз. Такие вещества называют **супертоксикантами**. Это в основном соединения, синтезированные человеком и не известные природе. Их список постоянно пополняется, и сейчас он включает многие пестициды, некоторые пластификаторы, полихлорированные бифенилы, фураны, диоксины, неразлагаемые детергенты и оксиданты, кадмий, свинец, ртуть. Очищать окружающую среду от подобных веществ невозможно. Можно только запретить их производство.■



Если многие загрязнения разносятся по воздуху или с водой, то супертоксиканты распространяются по всей планете через пищевые цепочки. Уже давно установлено, что такой супертоксикант, как ДДТ, обнаружен в организмах белых медведей в Арктике и даже в организмах пингвинов в Антарктиде. Прослежен путь полихлорированного бифенила-153 от предприятий в США в Саргассово море и далее до Шпицбергена, где он также обнаружен у белых медведей.

Еще не так давно почти все предприятия сбрасывали неочищенные сточные воды в реки и водоемы. В Японии концерн «Мицубиси» сбрасывал в реку воду, содержащую опасный супертоксикант кадмий, который через оросительную систему попадал на рисовые поля. Употребление риса с повышенным содержанием кадмия вызывало у людей апатию, размягчение костей и сильные боли. Были и смертельные исходы. Теперь это заболевание известно под именем «итай-итай», что в переводе означает «ой-ой». Другая японская компания «Чиссо» сбрасывала содержащие ртуть сточные воды в залив Минамата. Окрестные жители употребляли в пищу выловленную в заливе рыбу, в теле которой в результате накопления содержа-

Супертоксиканты — это плата человека за индустриализацию, научно-технический прогресс и комфорт, который они обеспечивают. Россия тоже не избежала распространения супертоксикантов, так как имеет все производства, порождающие их. Так, в России 134 предприятия, расположенные в 50 городах, загрязняют среду диоксинами. В стране осуществляется программа «Диоксины», цель которой – выявить распространение диоксинов и найти пути снижения опасности. Такая же программа разработана и по борьбе со свинцовым загрязнением, большую часть которого дают выбросы автомашин, использующих этилированный бензин со свинцовыми добавками. Начата работа по замене такого бензина. В Москве уже большинство автомашин работают на бензине без свинцовых добавок.■

лось много ртути. Следствием стало тяжелое поражение нервной системы у людей, каждый третий ребенок рождался с физическими и психическими аномалиями. Болезнь названа по имени бухты — «минамата».■

В организме человеке постоянно накапливаются биоаккумулируемые загрязнители, включая супертоксиканты, поскольку человек — последнее звено пищевой цепочки. Их накопление идет в основном в жировых тканях. Авторы изданной в США книги «Наше украденное будущее» (1997), ставшей бестселлером, отмечают, что сейчас нет взрослых людей и, конечно, детей, организмы которых не были бы загрязнены химикатами-загрязнителями.



Потоки автомашин – источники токсикантов в городах.

Медиков всех стран беспокоит состояние здоровья нового поколения, а потому они обратили внимание на то, какую пищу дети получают в самом раннем возрасте — грудное молоко. Оказалось, что младенцы в США и Европе потребляют грудное молоко, в котором содержание диоксина в 5 раз превышает допустимую по международным стандартам норму.

Уже установлено влияние супертоксикантов на эндокринную (гормональную) систему человека, которая управляет многими процессами в организме. Супертоксиканты, проникая через плаценту к зародышу и не вызывая врожденных дефектов у них, тем не менее способствуют появлению разнообразных расстройств. Таким образом, все население Земли стало заложником современной химии. И трудно представить, что ждет новое поколение в будущем, и никто не знает, каков будет результат. Судьба нашей планеты во многом зависит от того, кто придет во власть, кто будет заниматься и здравоохранением людей, кто будет учить и строить, от нас с вами.■

И через пищевые цепочки в океане токсиканты разносятся по всему свету.



УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

Развитие можно считать устойчивым в том случае, если действует система ограничений и запретов. Тогда возможен отказ от многих сложившихся убеждений. В первую очередь это касается взаимоотношений человека и природы. За все время существования цивилизации человек вел себя по отношению к природе как к кладовой, откуда можно бесконечно черпать и безнаказанно разрушать естественные экосистемы. Он ее «переделывал», «преобразовывал», «улучшал», «управлял» ею, «не ждал милостей от природы, а брал их». Примеров тяжелых экологических последствий «преобразования» природы множество. В бывшем СССР — это аральская катастрофа, когда в результате такой «преобразовательской» деятельности исчезает целое Аральское море, превращаясь в цепочку соленых озер и солончаков.

Сейчас ученые (и в том числе экономисты) призывают иначе относиться к природе и перестать рассматривать ее как ресурс, а подходить к ней как к фундаменту жизни. Изымая в гигантских объемах ресурсы, разрушая на огромных территориях экосистемы, нарушая круговорот веществ, человек тем самым замахивается на свое будущее: он фактически «проедает» ресурсы грядущих поколений и оставляет им все более разрушенную и загрязненную среду.

Главной причиной возникновения эколого-социального кризиса многие экономисты и экологи считают безудержный экономический рост, хотя на них непрерывно обрушивается лавина критики. Экологи уже давно говорят об экологических пределах экономического роста. Наиболее полно этот вопрос исследовал российский ученый В. Г. Горшков. Им разработана теория биотической регуляции окружающей среды, ключевым понятием в которой является «хозяйственная емкость экосистемы», или «несущая емкость экосистемы», а для планеты в целом — «хозяйственная емкость биосферы». **Хозяйственную емкость** измеряют в процентах площади данной экосистемы, которую можно использовать без нарушения способности оставшейся части экосистемы регулировать и стабилизировать окружающую среду. Для глобальной экосистемы (биосферы) эта площадь составляет около 20 — 30 %. Хозяйственную емкость можно оценивать также в процентах потребления человеком чистой первичной биологической продукции, для биосферы она равняется 1%, или в величинах мощности это 1% мощности биоты. Предел хозяйственной емкости устанавливается на основе закона распределения потоков энергии в соответствии с размерами организмов в биосфере, сложившегося на данном этапе эволюции жизни. Этот закон устанавливает экологический коридор, в котором должна развиваться цивилизация без деградации окружающей среды.■



В общежитии обычно говорят о человеке как о свободно живущем и передвигающемся на нашей планете индивидууме, который свободно строит свою историю. До сих пор историки, вообще ученые гуманитарных наук, а в известной мере и биологи сознательно не считаются с законами природы биосферы — той земной оболочки, где только и может существовать жизнь. Стихийно человек от нее неотделим. *В. И. Вернадский.*■

Природа не признает шуток; она всегда правдива, всегда серьезна, всегда строга; она всегда права; ошибки же и заблуждения исходят от людей. *В. Гёте.*■

Человек погибнет, убитый непомерным ростом того, что он называет цивилизацией. *Ж. А. Фабр.*■

Теперь мы яснее отдаем себе отчет в том ущербе, который приносит деятельность человека ему самому... Может быть, это звучит парадоксом, но самая насущная современная проблема в области охраны природы – это защита нашего вида от нас самих... *Д. Дорст.*■



Да не сожжешь ты пастбища и горные леса... *67-я заповедь даосизма.*■

Каждый отвечает за тот вред, который он причиняет не только своими действиями, но и своей халатностью или неосмотрительностью. *Гражданский кодекс Франции, ст. 1383.*■

Если существует на свете благородная цель, расширяющая кругозор человека, то эта цель — защита извечного богатства, данного нам во временное пользование и под нашу ответственность. *Из речи герцога Брабантского на заседании Общества Африки, 1933 г.*■

Причины малы, а последствия велики. Достаточно одного щелчка, чтобы нарушить равновесие в природе. *Роже Гейм.*■

Симпатия, испытываемая человеком ко всем живым существам, делает его настоящим человеком. *А. Швейцер.*■

Устойчивое экологическое состояние цивилизации может быть обеспечено в пределах хозяйственной емкости биосферы, но возвращение к устойчивому экологическому состоянию еще не означает реализации устойчивого развития, потому как это предполагает переход к устойчивому экономическому и социальному состоянию. Нельзя забывать, что до начала XX в. природа справлялась с экологическими проблемами.

Однако никто не возьмется утверждать, что эти 10 тыс. лет были временем устойчивого экономического и социального развития. Следовательно, на пути к устойчивому экологическому развитию необходимо решать проблемы организации устойчивого экономического и социального развития.■

Развитие же цивилизации на современном этапе демонстрирует разрушение окружающей среды в такой степени, что глобальная экологическая катастрофа может оказаться неизбежной. На рубеже XIX – XX вв. человек фактически стал уничтожать жизнь на планете, и самые большие изменения окружающей среды произошли в XX в. И в этом же, XX веке, человечество наконец осознало, что природа противодействует человеку с целью его усмирения.■

Вся прошлая история эволюции жизни доказывает, что природа в течение 4 млрд. лет смогла противостоять грандиозным геофизическим изменениям на Земле и всегда избавлялась от видов и организмов, которые переставали обеспечивать устойчивость окружающей среды, а тем более нарушали ее.

В этом столкновении с фундаментом жизни, состоящим из отдельных организмов, контролирующих каждый микрон земной поверхности, шансов выжить у человека нет, если он не изменит своего отношения ко всему живому. Для этого надо просто следовать ограничениям и запретам, вытекающим из законов биосферы. Попробуйте, например, не следовать закону Ома — и сразу убедитесь, что это невозможно. А следовать законам биосферы – значит идти по пути развития цивилизации в рамках выделенного для нее экологического коридора.■



В настоящей Конвенции под «природным наследием» понимаются:
природные памятники, созданные физическими и биологическими образованиями или группами таких образований, имеющие выдающуюся универсальную ценность с точки зрения эстетики или науки;
геологические и физико-географические образования и строго ограниченные зоны, представляющие ареал подвергающихся угрозе видов животных и растений, имеющих выдающуюся универсальную ценность с точки зрения науки или сохранения;
природные достопримечательные места или строго ограниченные природные зоны, имеющие выдающуюся универсальную ценность с точки зрения науки или сохранения природной красоты.■



Курильский заповедник.

Байкал — это хранилище огромных запасов чистейшей пресной воды, сотен видов животных и растений-эндемиков. Геологический памятник природы, охраняемый как наследие человечества.

ЮНЕСКО И НАСЛЕДИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Развитие цивилизации стирает следы прошлого. Растущие города «пожирают» нашу историю, и, если человечество не вмешается и не защитит природные и исторические памятники, под воду искусственных водоемов — водохранилищ — уйдут бесценные памятники человеческой культуры, плуг землепашца вывернет на поверхность керамические черепки и женские украшения, а дорога рассечет курган.

Судьба объектов Всемирного наследия, т.е. тех природных и культурных ценностей, которые своей неповторимостью и уникальностью составляют достояние всего человечества и накоплены им за довольно продолжительную историю, волнует руководителей международной организации по науке, культуре и образованию — ЮНЕСКО.
Международная кампания, начатая в 60-е гг. XX столетия по инициативе ЮНЕСКО для спасения исторических мест и памятников Нубии, позволила сохранить для будущих поколений такую жемчужину Древнего Египта, как Абу-Симбел. Скальный храм на юге Египта при сооружении Асуанской плотины попадал в зону затопления. Грандиозный проект по переносу храмового комплекса – «вознесение» его выше отметки заполнения водой водохранилища — был полностью выполнен. Ювелирное выпиливание всего комплекса, расчленение его на отдельные блоки, их подъем и сборка на новом месте под стать строительным проектам времен фараонов. Только решение этой задачи выполнялось техническими средствами XX в. Успех в деле спасения Абу-Симбела привел в 1972 г. к принятию ЮНЕСКО Конвенции об охране Всемирного культурного и природного наследия. Началась работа по созданию Списка ценностей планеты — ее дикой природы, исторических памятников, красивейших уголков Земли.■

Список объектов Всемирного наследия почти на треть состоит из объектов (природных и рукотворных), имеющих эстетическую ценность или представляющих большой интерес для науки. В этот список внесены: гора Джомолунгма (Эверест), ущелье Гранд-каньон в Северной Америке, Большой Барьерный риф у восточного побережья Австралии, фьорды Новой Зеландии и многие другие объекты. Некоторые памятники природного и культур-



ного наследия находятся в труднодоступных районах, такие, как, например, наскальные фрески на севере Тассилин-Аджер в Алжирской Сахаре.

В Списке объектов Всемирного наследия преобладают объекты культурного наследия. Памятники природы, вошедшие в Список наследия планеты, составляют менее 20% всего наследия Земли. Но в Северной Америке, Канаде более половины объектов принадлежит к природному наследию. Австралия и Новая Зеландия вообще не имеют памятников культурного наследия, есть только 5 объектов, отнесенных в списке к культурно-природному наследию планеты. В странах жаркого климата, особенно в Африке, бросается в глаза обилие территорий, отнесенных к природному наследию человечества. Явно недостаточно объектов Всемирного наследия на территории России.■



По мнению большинства экспертов ЮНЕСКО, оценивающих красоту ландшафтов планеты, Гималаи – одно из самых красивых мест на Земле.

Неотъемлемая часть ландшафта, не существующая и не мыслимая без него, — рукотворные шедевры. Естественно, история человечества, запечатленная в прекрасных творениях зодчих и мастеров прошлого — от Древнего Египта до современности, заняла достойное место в Списке наследия. От наскальных росписей в пещерах и на скалах, грандиозных обсерваторий для наблюдений за Солнцем и звездами, пирамид Древнего Египта и греческого Акрополя, Великой Китайской стены и крепостей-замков Средневековья к небоскребам Нового времени — таков путь человечества.

В Новое время человек начинает соперничать с природой и создавать ландшафты, копирующие ее, а затем господствующие над ней. В конце XIX — XX вв. человек осуществляет грандиозные технические проекты. Это — статуя Свободы, встречающая прибывающих в США морем, это — фасады зданий Мехико с фресками Диего Риверы и Сикейроса, новая столица бразильцев — Бразилиа, созданная по чертежам великого архитектора Оскара Нимейра на полупустынном плато Серрадо, театр в Сиднее. В наследие человечества включен и ряд предприятий и технических творений: железный мост в Англии, соляные копи Велички в Польше.■

Первый шаг по сохранению планеты, безусловно, сделан. Юридические, финансовые, технические и административные меры, предпринимаемые в этой области в разных странах, получили одобрение со стороны ЮНЕСКО. Принятие Конвенции об охране Всемирного культурного и природного наследия поставило наследие человечества под охрану и защиту международным сообществом. Впервые зафиксирована идея о том, что защита объектов универсального значения, будь то культурные или природные ценности, дело не только государства, владеющего этими сокровищами, но и всего человечества. Созданный после подписания Конвенции комитет из представителей более чем 20 государств решает, опираясь на разработанные учеными разных направлений науки критерии, включать или не включать предлагаемые объекты в Список Всемирного наследия.

Каждое государство, подписавшее Конвенцию об охране Всемирного природного и культурного наследия, представляет Комитету список природных и культурных цен-

В настоящей Конвенции под «культурным наследием» понимаются:

памятники: произведения архитектуры, монументальной скульптуры и живописи, элементы или структуры археологического характера, надписи, пещеры и группы элементов, которые имеют выдающуюся универсальную ценность с точки зрения истории, искусства или науки;

ансамбли: группы изолированных или объединенных строений, архитектура, единство или связь с пейзажем которых представляют выдающуюся универсальную ценность с точки зрения истории, искусства или науки;

достопримечательные места: произведения человека или совместные творения человека и природы.■

Спишский град — средневековая крепость Словакии — опоясывает вершину и пологий склон холма. Холм сложен известняковыми туфами. Он и послужил строительным материалом для стен и башен цитадели.



В Списке объектов Всемирного наследия (по состоянию на 1.01.1999 г.) объектов культурного наследия — 445, природного наследия — 117, смешанного природного и культурного наследия — 20.■

«Наше наследие — будь то архитектурный памятник или архитектурный ансамбль, прекрасный ландшафт или природный заповедник — постоянно испытывает воздействие разрушительных факторов: эрозии, избыточной влажности, загрязнения, безответственных действий человека, безудержной урбанизации, массового туризма.
Перед лицом этих опасностей, принимающих все более серьезный характер, возникает осознание необходимости заботиться о нашем общем достоянии, повсеместное стремление активно сотрудничать в деле его сохранения и популяризации». *Ф. Майор.*■

ностей в своих пределах, на своей территории. Оно берет на себя обязательство охранять эти сокровища. Если они попадают, исходя из разработанных учеными критериев, в Список объектов Всемирного наследия, то в рамках фонда Всемирного наследия, учрежденного Конвенцией, государство может в той или иной форме получить помощь для обеспечения их сохранности. Это могут быть материальная помощь, техническая разработка проектов по спасению и сохранению наследия, юридическое обоснование, а также научные рекомендации.
Государства, подписавшие Конвенцию, передают по возможности взносы в фонд, туда же поступают суммы, внесенные различными учреждениями и частными лицами. Это позволяет объявлять международные конкурсы на лучшие проекты по сохранению и спасению объектов наследия, как это было с храмом Абу-Симбел или с Венецией. Фонд также финансирует подготовку специалистов по охране и спасению памятников Всемирного наследия.
Но кроме охраны самого памятника необходимо создавать **буферную охранную зону**. Она поможет не только спасти конкретный объект, но и перейти к созданию национальных парков, биосферных заповедников или древнего исторического центра.■

Подводя первые итоги начатой работы, **Ф. Майор**, генеральный директор ЮНЕСКО, писал в 1988 г.: «Культурное наследие каждого народа — это отражение тысячи и одной грани его гения и таинства преемственности, объединяющего все, что создано им на протяжении веков, и все, что он воплотит в будущем. Сохранение этого наследия подтверждает жизнеспособность и творческий дух нации.
На культурную самобытность оказывает свое влияние природа. Она служит источником вдохновения, рождая чувство прекрасного, поэтому природное наследие дополняет культурное, сливаясь с ним в единое целое. Оно имеет огромное значение как для науки, так и для сохранения растительного и животного мира — этих невосполнимых ресурсов, необходимых для продолжения жизни на планете».■



Скальный город-крепость Пе́тра расположен в Иордании. Лежит на перекрестке шести караванных путей. Держал под контролем весь обмен товарами между Персидским заливом и Красным морем.
В древности здесь проживало до 30 тыс. человек. Подойти к городу можно было по длинному и узкому ущелью Зик, отвесные стены которого поднимаются на высоту до 100 м.
Здесь, по преданию, библейский Моисей, по-арабски Муса, выводя еврейский народ из египетского плена в землю обетованную, ударом жезла извлек воду из скалы.

Успехи фонда неоспоримы. Конвенцию ЮНЕСКО по охране Всемирного культурного и природного наследия подписали 156 государств. В 109 странах есть памятники, охраняемые Конвенцией ЮНЕСКО. Ежегодное расширение списка памятников свидетельствует об устойчивой тенденции все более ответственного отношения людей к своим природным и культурным ценностям. Включение в список красивейших и уникальных мест планеты поднимает престиж страны, на территории которой расположен объект. К тому же подобное признание помогает каждой нации, каждому народу оценить свое достояние и познакомиться с уже известным культурным и природным наследием других народов Земли. Этому способствуют и фильмы, и книги, и общение людей, и Интернет.

Конвенция предостерегает человечество о возможной утрате наследия из-за небрежения, либо военных конфликтов на территории, где расположены объекты. Здесь запрещено ведение любых военных действий.■





Вулкан Фудзи – действующий. Включение его в Список наследия делает Фудзи еще более привлекательным для туристов всего мира. Сотни тысяч человек ежегодно посещают окрестности Фудзи, любуясь его красотой.

Фудзи — символ Японии — священная гора-вулкан, запечатленная на картинах многих художников.

Включение в Список наследия — только начало огромной работы по охране и приумножению того, что оставила природа и культура человечества в процессе длительной эволюции. Главное — это его Величество Закон, т. е. правовая база, позволяющая надежно охранять живую природу и памятники культуры человечества. Нарушение законов ведет за собой уголовное преследование и достаточно суровое наказание.■

Природное и культурное наследие Земли не должно уподобляться засушенной бабочке. Это живая ткань нашей истории. Это не только и даже не столько реликты прошлого, но и мосты в будущее. Сохранение этих мостов от наступающей цивилизации — дело дорогостоящее. В наши дни мировое сообщество может оказать финансовую помощь не более чем 500 объектам наследия. Рост благосостояния или, точнее, перераспределение средств от военных нужд к экологии и культуре поможет увеличить этот список. Иначе утрата природного и культурного наследия неизбежна.■

Великий китайский мудрец Конфуций, совершив восхождение на гору Тайшань, воскликнул: «Как мал этот мир!» Через много веков первый космонавт Земли Юрий Гагарин, облетев вокруг земного шара, сказал: «Какая она маленькая!»■

Гималаи – это священная земля, где, по преданию буддистов, обитают божества.



Красота дикой природы, сохраняемой и оберегаемой в заповедниках и национальных парках, будь то горные вершины Гималаев, вересковые пустоши Англии, грандиозность и мощь вулканов Камчатки или национальная гордость Японии — Фудзи, всегда привлекала, притягивала людей, вдохновляла на создание поэтических, музыкальных, изобразительных произведений. Так, например, образы великой природы — виды Гималаев — запечатлены в картинах российского художника и мыслителя XIX — XX вв. Н. К. Рериха, в гравюрах японского художника XVII — XVIII вв. Хокусая — вулкан Фудзи.■

Геологические памятники природы

В Список объектов Всемирного наследия включены геологические памятники природы, поражающие своей грандиозностью и мощью процессов, происходящих в ее недрах, а также создающих лик планеты.

Наиболее яркие впечатления дают горы, скалы необычайных форм, отдельные горные вершины. В древности они считались священными, здесь располагались места поклонения богам, олицетворяющим силы природы. Индейцы Северной Америки и аборигены Австралии бережно сохраняли первозданные ландшафты. Вулканические вершины Попокатепетля и Килиманджаро, Везувия и Гавайских вулканов, Камчатские вулканы поражают не только красотой своих очертаний, но и необузданностью, непредсказуемостью извержений. В Список наследия вошли вулканы почти всех континентов.

В список включены также памятники природы, поражающие человека своей необычностью и первозданной красотой. Это разные типы морских берегов, дельты рек, участки речных долин с ущельями и каньонами, водопады, горные вершины, карстовые ландшафты, ледники. Захватывающая дух красота, необыкновенные ландшафты привлекают тысячи туристов, а потому требуют защиты. Сколько посетителей может «выдержать» тот или иной ландшафт — природный либо созданный человеком, антропогенный? Например, Долина гейзеров на Камчатке может «принять» только около 2000 человек в год. А красотами рукотворных городских пейзажей Парижа и Лондона, Петербурга и Москвы ежегодно восхищаются миллионы туристов.■

Активные вулканы Мауна-Лоа и Килауэа располагаются на Гавайских островах на территории национального парка, вошедшего в Список наследия. Потоки лавы устремляются к воде, вливаются в воды океана, образуя новое дно и новые берега. Пар окутывает раскаленные языки лавы. Расплавленная в кратере Килауэа порода через определенные промежутки времени извергается из жерла вулкана.

Над кратером на десятки и сотни метров поднимаются фонтаны лавы. Ландшафт на склонах вулкана весьма изменчив, и растительность вынуждена



Национальный парк Каппадокии, находящийся на территории Турции. В скалах вулканического происхождения — туфах и лавах под действием воды, термических колебаний возникли фантастические пещеры.

Корни заповедования надо искать в язычестве. Это объясняется поклонением наших предков стихиям и силам природы, а также некоторым животным, например кошкам – в Египте или змеям – в Индии.■



Табуирование, т. е. запрет на хозяйственное использование отдельных территорий, мест поклонения, которыми могли быть горные вершины, над которыми вставало солнце или появлялись первые звезды, например Сириус, насчитывает не одну тысячу лет. На Алтае, в Гималаях, Англии и в Америке обнаружены сотни святилищ, где совершались ритуальные обряды.

Выходы подземных вод в виде ключей или истоки рек также почитались как святыни. Здесь возникали капища, где совершались жертвоприношения.■

С древности табуировались отдельные деревья и даже целые рощи. При монастырях уже в христианскую эпоху сады разбивались по определенным законам, понятным каждому человеку того времени. В них были деревья и цветы — святыни и символы.

Одухотворение сил природы, почитание ее божественного начала переносились человеком на отдельные объекты, ландшафты, поражающие своей красотой, на горы, грозящие обвалами, извержениями, на реки, приносящие нередко огромные несчастья человеку.■

Лист дуба, символизирующий силу и долголетие, изображался на монетах многих стран.

В Японии почитались высокие деревья и скалы, по ним, как считалось в древности, спускаются на землю боги и духи.■



Самая высокая горная вершина Африки – Килиманджаро. Ее название на языке суахили означает «гора, которая сверкает».

В средние века (V — XV) при феодальном владении землей были взяты под охрану охотничьи угодья от посягательств крестьян и горожан. Законы, стоящие на страже прав землевладельца, были весьма суровы. Даже за сбор хвороста в лесах полагались наказания. Убийство животных, рубка леса наказывались весьма жестоко.■

В Новое и Новейшее время — от Великой промышленной революции и до наших дней — усиленно продолжается деградация ландшафтов. Природа уже кричала от боли и требовала настоятельного внимания и защиты от наступающих городов, транспортных магистралей, горнодобывающих и промышленных предприятий.
Развитие цивилизации, вовлечение разнообразных ресурсов планеты в хозяйственный оборот резко сократили территории местообитания диких животных, растущие города включили в свои пределы исторические и культурные центры древних поселений, разрывая их на части автомагистралями, новейшей застройкой, разрушая тем самым архитектурно-планировочные решения градостроителей прошлого, которые прекрасно встраивали здания в природные ландшафты.■

Каменная арка из розового песчаника на территории Северной Америки. Место, где разворачиваются события индейских преданий.

приспосабливаться к новым условиям. Как правило, рядом с вулканами находятся гейзеры. В Список наследия планеты гейзеры на Камчатке включены в 1997 г.■

Грандиозные каньоны создала вода, прокладывая себе путь по земле, а столкнувшись с неподатливыми горами, спустилась с них водопадами, где «твердыши», наиболее прочные породы, образовали ступени в руслах рек, с которых низвергается водный поток.
Самые впечатляющие места теснин-каньонов и живописные водопады включены в Список наследия как сокровища человечества. В Северной Америке наиболее величествен Гранд-каньон, а также пользующийся заслуженной славой Ниагарский водопад.
Скалистая ступень изборождена расселинами, ее неровные края дробят потоки воды. В каплях брызг рождаются радуги, над водопадом клубится туман. При низкой воде плотная завеса воды разбивается на сотни отдельных водных потоков. По обоим берегам водопада на площади в 2400 км^2 располагаются природные заповедники. Их экологические системы отличаются, по мнению ученых, наибольшим разнообразием.
Гранд-каньон находится в штате Аризона. Длина его по реке Колорадо — 350 км, ширина приближается к 30 км. На его создание реке понадобились миллионы лет. Вода, а точнее, песок, галька, которые несла река, резали породы вздымавшегося плато Кайбаб. Притоки реки Колорадо тоже усердно трудились и расчленили некогда плоскую равнину, вознесенную движениями земной коры на высоту более 2 км. Стоя на краю каньона и заглядывая в его глубину, осознаешь величие природы и мощь ее внутренних сил. Ведь глубина каньона превышает 1,5 км.
В каньоне рекой вскрыты древнейшие породы планеты — граниты и кристаллические сланцы. Их возраст – свыше 2 млрд. лет. Геологическая летопись Земли как бы разрезана рекой для прочтения. Песчаники и карбонатные породы сформировались на месте теплого моря, занимавшего



около 250 млн. лет назад эту территорию. Силы природы миллионы лет совершали свою работу, чтобы создать подобную красоту. Гранд-каньон вошел в Список наследия как самый глубокий каньон планеты.

Гранд-каньон постоянно изменяется: построенная в 1964 г. плотина не сдерживает напора реки Колорадо, и на стены каньона обрушиваются ужасающей силы удары, в результате чего склоны крошатся, а дно покрывается осколками.

Индейцы, жившие в каньоне 3 — 4 тыс. лет назад, оставили следы своего пребывания в пещерах и передали знания об этом феномене природы европейцам. В 1857 г. была сделана первая попытка пройти его на лодках. Она кончилась неудачей, пришлось двигаться вдоль него по берегам.

Сегодня тысячи туристов рискуют пройти по Гранд-каньону. На плотах и катамаранах они ввергаются в водовороты, проносятся по порогам, где торчащие скалы пытаются преградить бег воды. Лодки бешено крутятся в водоворотах. Струи воды окатывают безумцев. Смельчаков наверняка посещает мысль о превратностях жизни, и только счастливый случай да опытные инструкторы по водному туризму не дают им погибнуть. Но вот пороги позади, и на привале они видят красоту скал, необычные скульптуры, созданные ветром, солнцем, дождями, а в тихих зарослях тамариска спокойно ловят рыбу цапли, в небе кружат хищные птицы, высматривая добычу.■



Стены Гранд-каньона сложены из темных сланцев. Голые утесы с отвесными скалами похожи на развалины древних храмов. Плато, некогда бывшее дном древнего океана, состояло из многих слоев песчаника, сланца и известняка, сложившихся в палеозойскую эру 600 — 250 млн. лет назад.

Далеко не всегда реке удается создать долины, оставив в русле только зубцы твердых пород, образующих пороги. Твердость и неподатливость породы может оставить в долине реки ступень, с которой вода с грохотом совершает прыжок, пролетая десятки метров.

Наиболее известен Ниагарский водопад, расположенный на границе США и Канады. Но самый многоводный водопад в мире находится на юге Африки, на границе Замбии и Зимбабве. Это водопад Виктория на реке Замбези, открытый для европейцев Дэвидом Ливингстоном, шотландским исследователем и путешественником в 1855 г. На расстоянии менее 2 км он разделен островами на 5 водопадов. От восточной ступени один за другим следуют водопады: Радуга, потом Подкова, затем основной водопад — Виктория, разделяющийся на отдельные мощные струи, и, наконец, Чертов уступ, рядом с которым установлен памятник Д. Ливингстону, первому европейцу, пересекшему Африку от океана до океана. Уступ водопада постепенно смещается. Со времени заселения Африки водопад продвинулся вверх по течению реки более чем на 10 км. В период дождей через несколько рукавов, по которым вода устремляется вниз, в узкую расщелину шириной около 50 м, проходит 34 000 м^3 воды. В засушливый период (в августе) расход воды уменьшается почти в 20 раз. Самая большая высота падения у водопада Радуга — 107 м. Местные жители назвали водопад «Гремящий дым».



На границе Бразилии и Аргентины находится система водопадов, которые в общей сложности в 4 раза шире Ниагары и на 30 м выше. Мощный каскад Игуасу состоит из 275 отдельных водопадов, разделенных между собой скалистыми островами. Плато, с которого низвергаются водопады, образовано твердыми вулканическими породами типа базальта.■

Ниагарский водопад.

Индейская легенда гласит, что бог сотворил водопад в приступе гнева, а его жилище находится у подножия водопада, называемого «Пасть дьявола».■

Река Игуасу разливается почти на 4 км и обрушивается с 82-метровой высоты. В разгар сезона дождей (с ноября по март) река сбрасывает в «Пасть дьявола» почти 13,6 млн. л воды. Во время сухого сезона количество воды значительно уменьшается – каждую секунду с плато стекает лишь 2,3 млн. л воды.

Примерно раз в 40 лет страшнейшие засухи обезвоживают реки полностью. Последняя засуха была в 1978 г. Водопад превратился тогда в цепь скалистых утесов и оставался в таком состоянии почти целый месяц.■

В начале XX в. Бразилия и Аргентина создали на берегах водопада национальные парки, чтобы защитить богатейшую тропическую и субтропическую флору и фауну.■

Достоин упоминания и гигантский водопад Южной Америки — Игуасу. Его название переводится с языка индейцев как «Большая вода». Созерцая это чудо природы, А. Э. Рузвельт, жена президента США, сделала сравнение не в пользу Ниагары, сказав: «Наша Ниагара выглядит, как кран на кухне». И, вероятно, была права. На границе трех государств — Аргентины, Бразилии и Парагвая, там, где река Игуасу впадает в реку Парану, на приустьевом участке притока Параны развернулась подковой стена грохочущей воды. Высота падения — около 80 м. Масса воды обрушивается вниз в десятки расселин, расположенных по трещинам горных пород.

Огромное облако водяных брызг и туман над водопадом обеспечивают влагой пышную растительность. На скалах — мхи и папоротники, на небольших полочках-уступах — нежнейшие орхидеи. Сотни видов разнообразных деревьев. Бегонии и бромелии обвивают древесные ветви. Над растительным великолепием порхают пестрые, фантастических расцветок бабочки. Ласточки, обитающие у водопада, носятся над струями воды, пропадая в ее брызгах и вновь взмывая вверх над водопадом.

Безусловно, водопады есть и в других местах планеты — в Йосемитской долине, в Йеллоунстоунском национальном парке на территории США, национальном парке Канайма в Венесуэле. Самый высокий водопад – (1076 м – падение струи) Сан-Анжело – находится в Южной Америке.■



Один из первых смельчаков, преодолевших Ниагару в бочке.

Но вода не только камень точит, она его и растворяет. Известняки, доломиты, гипсы, каменная соль подвержены растворению. Проникая в глубь массива, сложенного этими породами, вода век за веком, тысячелетия и даже миллионы лет ведет свою незаметную на первый взгляд работу, растворяя породу.

На месте трещин, по которым просачивалась или бежала ручейками вода, в подземельях появляются вертикальные и горизонтальные пустоты и ходы, по которым вода проникает в глубь пород. Это могут быть первичные трещины, расположенные по залеганию пород, либо трещины, возникшие при движении блоков земной коры, нарушивших монолитность пород. Смятые в складки и разбитые трещинами горные массивы, сложенные растворимыми горными породами и порожденные активными движениями земной коры, подвергаются воздействию подземных вод. Мамонтова пещера в штате Кентукки (США) — самая большая в мире. Под плато Маммут-Кейв располагается разветвленная система гротов, тон-



Водопад Игуасу. Одни потоки воды обрушиваются с края плато в ущелье в виде непрерывной струи, другие падают с уступа на уступ по террасам, покрытым густым лесом, где растут орхидеи и пальмы.

Старинный рисунок с изображением водопада.

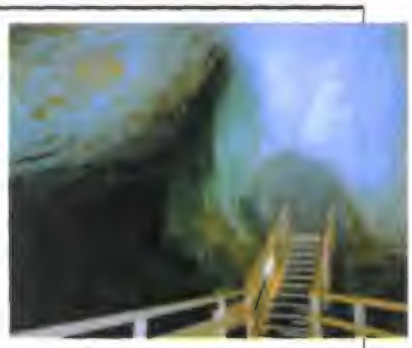


нелей и провалов, с которых падают подземные водопады. Некоторые гроты по размерам весьма внушительны, высота их достигает 40 м, а залы могут вместить тысячи человек. Длина ходов этого царства мрака, прибежища летучих мышей и сияющих натечных образований, приближается к 320 км, но предположительная длина еще не обследованных ходов раза в полтора превышает известную. Общая длина пещер равна приблизительно 800 км. Биологи обнаружили здесь до 200 видов живых организмов.

Пещерные комплексы хорошо известны и в Европе. На границе Словакии и Венгрии располагается целый комплекс пещер, внесенных в Список объектов Всемирного наследия. К ним же сегодня присоединены Добшинская ледяная пещера и сияющая зеленовато-голубым цветом Охтинская пещера с натеками минерала арагонита на сводах и стенах. Причудливые дендритовые веточки, похожие на кораллы, украшают и без того необычайно красивые пещеры.■



Сталагмит ледяной пещеры.



Ледовая пробка в Добшинской пещере.

Необычные формы рельефа и каменные скульптуры издревле привлекали человека. В Австралии и Северной Америке выделяются ландшафты разрушенных гор, одиночных и скальных массивов останцов. В Австралии — это Вилландра, где в останцовых массивах археологами обнаружены погребения, насчитывающие 30 тыс. лет. Здесь же найдены следы «производственной деятельности» палеолитического человека. Таким образом, местность на юго-востоке от Нового Южного Уэльса была заселена вскоре после появления первых людей на австралийском континенте.

Ледяная пещера в Словакии.



Айерс-Рок — священное место австралийских аборигенов. Здесь красные от окислов железа скалы таинственно загораются на закате солнца, а останцовые массивы возвышаются над равниной. Отсюда открывается прекрасный вид на бескрайнюю австралийскую пустыню. Аборигены, которые поклоняются этой скале не одно тысячелетие, видят в ней спящего кита, который был создан из песчаных дюн одним из прародителей. Множество легенд посвящено этим скалам. На склонах горы и в пещерах — наскальные рисунки, которые требуют охраны как от природных факторов, колебаний температур и влажности, так и от туристов.

Сегодня тысячи туристов устремились сюда со всего света. Но мировая слава чудо-горы мало что принесла аборигенам. Только в 1985 г. договором между правительством и коренным населением удалось разграничить права на владение священной территорией.

Хотя единой мифологии у коренных жителей Австралии не существует, но во всех сказаниях присутствует объяснение происхождения природных объектов — холмов, озер, водных источников, могучих деревьев. При этом из скал, деревьев, орудий труда могут появляться люди. Так, у юленгоров мифическими предками были сестры Джунктова. Они приплыли на лодке по морю, которое сами и создали. С собой они взяли тотемы, которые во время путешествия намокли. Юленгоры подсушили их и спрятали — часть в траву, а часть — в песок. Из тотемов, укрытых в траве, возникли мужчины, а из спрятанных в песке — женщины. Первые люди научились делать палки-копалки, орудия охоты. Своих потомков они научили добывать огонь, соблюдать ритуалы. Женщины были хранительницами знаний и умений, но мужчины отняли у них тотемы, а прародительниц прогнали. Прародительницы покинули насиженные места. В дороге они сотворяли холмы и долины.■

Австралия. Вилландра.



Подземная эрозия создала в скальных массивах пещеры, которые скрывают ритуальные рисунки австралийских аборигенов. В 30 км от Айерс-Рок лежат в руинах останцовые массивы Олга. Это 36 холмов, поднявшихся на высоту свыше 1000 м. Огромные ящерицы и ядовитые змеи берегут покой этих мест.■

Парками, включенными в Список наследия планеты, славится Канада. В юго-западной части провинции Альберта, на берегах реки Ред-Дир, в обнаженных массивах пород, причудливых скалах из мелового песчаника обнаружены остатки скелета динозавра.

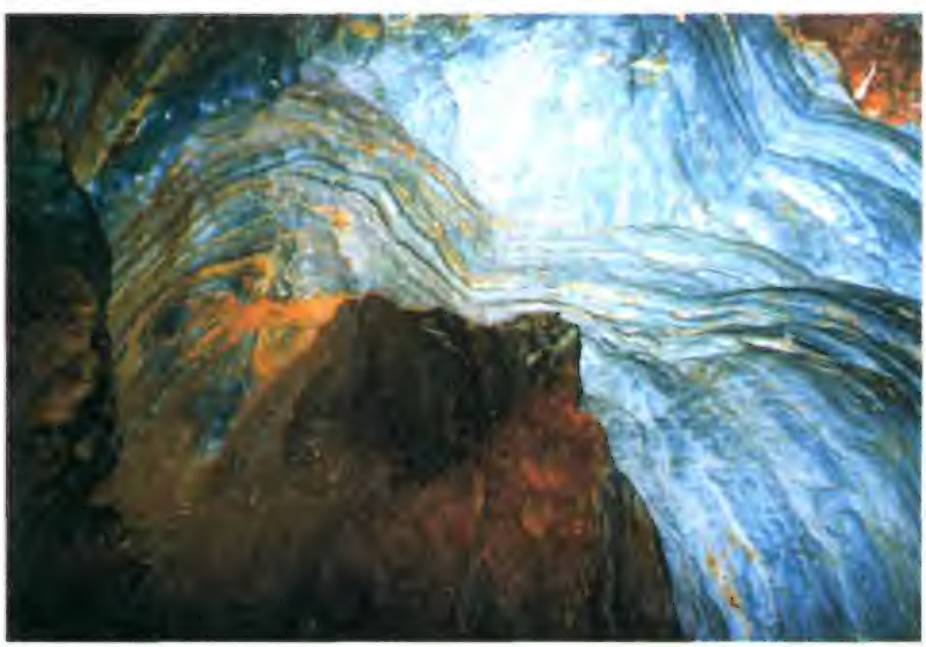
Парки динозавров сейчас устраивают многие страны мира, но только парк в канадской провинции Альберта посреди прерий демонстрирует посетителям «игрушечных» великанов. Здесь ведутся археологические раскопки, благодаря которым стали известны интереснейшие факты древнейшей истории. Скелеты, добытые из-под песчаных глиняных камней времен древнейшего человека, хранятся во многих естествоведческих музеях мира.

В долине реки Ред-Дир, пересекающей эту местность, были найдены останки 40 различных видов динозавров. Среди них – саблезубый.

Но парк интересен не только останками вымерших животных. Здесь обитают олени, вилороги – самые быстроногие из всех млекопитающих в Америке. Более 150 видов птиц оживляют своим пением заповедную территорию.

В этом же районе, в отрогах гор плато Альберта, сохранился песчаниковый утес высотой около 20 м. К нему индейцы-охотники гнали бизонов, откуда они срывались в пропасть. Здесь же, поблизости, разделывали туши. Этот заповедник так и назван: «Пропасть, где разбиваются бизоны». Люди пришли в эти места около 6 тыс. лет назад.

Канада изобилует горными ландшафтами с красивейшими озерами и вершинами гор. Часть из них включена в Список наследия.■





Особое место среди подземных пещер занимает Альтамира с «подземной галереей палеолита».

Альтамира — небольшая, полузаваленная пещера. Она находится недалеко от кантабрийского городка Сантильяна-дель-Мар в Испании. Пещера невелика. Но в ее просторных залах разместилась целая галерея росписей. Недалеко от входа в пещеру располагается «зал животных», в котором изображение животных, живых и убитых охотниками, поражает своей экспрессией и точностью деталей. Бизоны, быки, олени, дикие лошади и кабаны размером 1,5 – 2 м нарисованы охрой, углем на стенах и сводах. Сегодня пещера Альтамира практически закрыта.■

В Словакии встречаются разнообразные виды пещер – от обычных, выработанных в известняках, до ледовых (Добшинская, с самым большим объемом льда в мире — свыше 1 млн. м^3).■

Охтинская пещера славится натеками арагонита на сводах и стенах пещеры. Дендритовые веточки, похожие на кораллы, украшают ее.

Национальные парки

Живая природа, ландшафты Земли, требует сегодня неустанной заботы, которая должна распространяться на территории, где обитают огромные стада крупных млекопитающих, на переувлажненные районы, в основном в экваториальной и субэкваториальной зонах. Здесь будет реализована новая концепция природопользования, ставящая своей целью гармоничное сочетание интересов человека и природы.

Африканские национальные парки, пожалуй, самые известные и знаменитые во всем мире. Их количество и размеры впечатляют. Более сотни заповедных территорий располагаются на «черном» континенте. Заповедные площади некоторых из них превышают 10 тыс. км^2. Национальный парк Серенгети находится в Танзании. В 1981 г. он включен в Список Всемирного наследия. Впервые научный мир заговорил о судьбе этого региона и проявил о нем беспокойство после фильма Бернхарда Гржимека «Серенгети не должен умереть». Мировое общественное мнение в 60-е гг. поддержало концепцию немецкого биолога о создании огромного национального парка, который был ценен еще и потому, что ученые обнаружили в толщах отложений одного из ущелий черепа и кости наших древнейших предков — Homo habilis и Homo erektus.

Здесь на огромной территории животные чувствуют себя привольно, а человек продолжает изучение и охрану жизни диких животных, любуясь и восхищаясь их красотой.

Спасение Абу-Симбела, а также заповедование и охрана диких животных Серенгети положили начало сохранению природного и культурного наследия планеты.

В рельефе юго-восточной части парка выделяются гладко отполированные невысокие гранитные массивы и глыбы, где травоядных поджидают львы. После утомительного перехода самки антилоп гну здесь разрешаются от бремени. На свет появляются детеныши. Тут они вскармливаются, взрослеют и через пару месяцев бывают готовы к новым кочевьям. Если засуха наступает несколько ранее обычных сроков, то начавшееся путешествие к источникам воды губит многих малышей.

В центре национального парка, в травянистых саваннах, поросших акацией, обитают слоны, носороги, бородавочники и различные виды птиц, в том числе страус и птица-секретарь. Во время кочевых переходов травоядных сопровождают помимо хищников огромные стаи птиц. Они уничтожают насекомых на шкурах животных. В долине Серонера встречаются гиппопотамы и нильские крокодилы.

Сегодня к Серенгети присоединена заповедная территория Нгоро-Нгоро, лежащая к юго-востоку от парка. Это преимуществен-



Львица со львятами.



Жирафы Серенгети.

Бернхард Гржимек (1909 — 1986) — выдающийся немецкий натуралист XX столетия, неутомимый путешественник, талантливый писатель, исследователь природы и борец за ее сохранение. Особое место в его жизни занимала Африка. Именно здесь он впервые с сыном Михаэлем, своим верным помощником, начал изучать пути сезонных миграций копытных животных. В 1958 г. во время одиночного полета самолет Михаэля столкнулся в воздухе с грифом. На могиле сына на краю знаменитого кратера вулкана Нгоро-Нгоро (в Танзании) начертаны слова: «Он отдал все, что имел, даже свою жизнь, за то, чтобы сохранить диких животных Африки».■

Расселение самых больших в мире стад диких животных зависит от характера ландшафтов и выпадения осадков. С началом периода дождей в ноябре стада антилоп гну, а их не менее 1,5 млн. особей, начинают, вслед за дождевыми облаками, кочевать с севера на юг и юго-восток. Кроме антилоп в этом переходе-прогоне участвуют буйволы, зебры и множество других животных. Рядом с ними – хищники. Кроме львов здесь сохранились немногочисленные стаи диких гиеновых собак.■



Озеро Ньяса в Африке.

Уничтожение объектов живой природы — следствие растущего спроса в мире на экзотические и редкие по красоте шкуры, перья, бивни слонов и кости тигра, редкие плоды, например, пальмы коко-де-мер, что произрастает на Сейшельских островах.■

Сегодня в Великобритании и ряде других стран уже созданы общества по защите диких животных, а потому появление на светском рауте в мехах редкого животного может вызвать скандал. Так создается общественное мнение, неприятие обществом модных и дорогих одежд из шкур и меха редких животных.■

но саванна, где местные племена масаи пасут свой скот. Нгоро-Нгоро находится на месте древнего кратера, в котором располагается озеро.

Вот как описывает Гржимек эти места: «Горы достигают высоты 3000 — 4000 метров, а кратеры тянутся на несколько, иногда даже на целых 20 километров! Все здесь вдесятеро грандиознее. Подножия этих великанов абсолютно голые, но, чем выше поднимаешься в гору, тем гуще становится растительность. Зацепившись за кроны деревьев, висят облака, в них грохочет гром и сверкают молнии. Эти вулканические горы задерживают восточные ветры с Индийского океана. Все, что находится западнее их, обречено на засуху.

Внутри кратеров покоятся озера с облесенными берегами, их можно увидеть только с самолета. Словно розовая пена, окаймляют их стаи фламинго.

Излившаяся лава быстро растекалась, и вершины вулканов становились круглыми и плоскими. Когда верхний слой лавы стал застывать, нижний, еще жидкий, начал уходить назад, внутрь земли; при этом застывшая сверху корка провалилась. О том, что эти гигантские кратеры возникли именно так, а не вследствие взрывов, говорит то, что склоны гор сложены из сплошной лавы, а не покрыты туфом и пеплом. Если наблюдать вулканы подобного же происхождения на Гавайях, то и сегодня можно видеть, как «дышит» лавовая поверхность их кратеров: то поднимается, то опускается.

Это высокогорье не очень древнее. Однако образовалось оно еще перед последним оледенением. Об этом свидетельствует озеро в кратере Нгоро-Нгоро, имеющее сейчас глубину всего полтора метра. Прежде же его глубина приближалась местами к 25 метрам, и занимало оно треть всей площади кратера».

Хотя мир живой природы, как и сам человек, изменился, все же, путешествуя по Серенгети, удается почувствовать ее первозданность.■



Буйвол и антилопы.

В национальном парке Гарамба в Африке, созданном в 1938 г., расположенном на севере Заира, близ границы с Суданом, на площади 4480 км², растительность меняется от густых лесов на юге до влажных саванн на севере. Здесь обитает уникальная популяция крупных белых носорогов. Еще в 1960 г. этих животных насчитывалось 1000 особей. Двадцать лет войн и жестокого браконьерства привели к почти полному исчезновению этих животных. В 1980 г., когда парк Гарамба был включен в Список объектов Всемирного наследия, их оставалось всего 12. К 1990 г. при поддержке международных организаций и в результате неутомимой работы сотрудников парка удалось сберечь белого носорога, занесенного в Красную книгу.



Не только сохранение, но и прямая физическая защита крупных млекопитающих требует сегодня действенных мер. Тигры и носороги в Индии, крупный белый носорог в Африке уничтожаются браконьерами из-за баснословной стоимости рогов и костей, содержащих тонизирующие вещества. Моторизованные и вооруженные многозарядными винтовками и автоматами банды браконьеров вторгаются на территорию национальных парков. Они поджигают в сухой сезон траву и отстреливают бегущих в панике животных. С браконьерами ведется борьба, и они отвечают за содеянное по закону.■

На случай эпидемий в Беловежской Пуще на стойловом содержании находятся еще 20 особей как резервная популяция. Сегодня на территории национального парка помимо зубров и диких лошадей насчитывается более 50 видов млекопитающих и более 200 видов птиц. Здесь организован прекрасный ботанический сад.■

Зубр. Европейский зубр и североамериканский бизон состоят в родственных отношениях: оба диких животных происходят от одного и того же вида древних быков.



Сегодня его численность медленно растет и достигла уже около 30 взрослых особей. К каждому животному прикреплен радиопередатчик. За животными ведется наблюдение с самолета, за детенышами установлено специальное наблюдение.

Но не только в Африке, Америке и Азии браконьеры истребляли животных. В Европе в 1919 г. был убит последний дикий зубр. Он обитал в Беловежских лесах Польши. Беловежская Пуща имеет площадь около 50 км². В средние века бурные и кровавые столкновения враждовавших друг с другом феодалов привели к обезлюдиванию этих мест. Но когда в XV в. леса стали королевскими охотничьими угодьями, это помогло сохранить в Восточной Европе массив естественных лесов и населявших их животных. Перед Первой мировой войной в нем еще водились зубры, их стадо насчитывало несколько сотен голов. Но солдаты и браконьеры полностью уничтожили их поголовье. Животные, тысячелетиями обитавшие в Европе в послеледниковый период, исчезли. О былом расцвете популяции зубров свидетельствуют многочисленные рисунки художников каменного века.

В зоопарках Европы специалисты из разных стран разыскали 54 зубра. Однако многие из них представляли помесь с домашними животными, и тогда был начат уникальный эксперимент — проведено обратное скрещивание, составлены племенные книги, в которых каждому детенышу зубра выделялась особая страница. Внимательный уход, подкормка животных в зимнее время и контроль за их здоровьем помогли восстановить небольшое стадо зубров в Беловежской Пуще. Сегодня на лесных полянах Беловежья пасутся сотни зубров. В поисках желудей зубры своими маленькими, но крепкими рогами постоянно разрывают и тем самым разрыхляют лесную почву. Это создает благоприятные условия для растений.

Человек использует природные ресурсы, проводит гидротехнические мелиорации, изменяя при этом ландшафты и уничтожая животный и растительный мир. Современные же технологии в корне меняют взаимосвязи в ландшафтах и сам ландшафт. Последствия мелиорации — гибель многих эндемиков в результате изменения ландшафта. Поэтому главная задача мирового научного сообщества — сбережение уникальных мест планеты на переувлажненных территориях.■

Национальный парк Ньяса в Африке входит в число уникальных, где сохраняется значительное число эндемиков. Он включает в себя три участка побережья озера Ньяса, несколько полуостровов, 12 островов и большой мыс Мак-Лин. Озеро Ньяса образовалось относительно недавно (в геологическом отношении). Оно возникло в месте растяжения земной коры, глубина озера превышает 700 м. В озере обитают рыбы, больше нигде не встречающиеся. В каждом аквальном микроландшафте свои эндемики, свой ограниченный генофонд. Большие глубины центральной части озера препятствовали видовому обмену, вследствие чего уже за первые тысячелетия эволюции ихтиофауны возникли экологические ниши, где развитие сходных видов протекало по-разному. Такое разнообразие водных обитателей не встречается больше нигде на планете.

Берега озера были заселены еще в каменном веке, а первые европейцы-миссионеры появились здесь только в 1873 г. Из-за малочисленности местного населения ихтиофауне не наносится никакого ущерба.■



Нгоро-Нгоро.

Национальный парк Вуд-Баффало, имеющий площадь 44 800 км², относится к крупнейшим национальным паркам мира. Он привольно раскинулся на западе Северо-Западных территорий Канады. Это пояс сухих бореальных хвойных лесов с умеренно прохладным климатом, с долгой, очень холодной зимой, но с теплым летом. Здесь соседствуют травянистые прерии и засоленные луговые равнины, где кормом для травоядных служат солеустойчивые травы и дикие цветы. Белая кайма соли обрамляет буквально каждую лужу.

Здесь под защитой человека пасутся бизоны. 2500 животных представляют собой последнее крупное стадо диких бизонов в Новом Свете – небольшой остаток тех 60 млн. животных, которые некогда привольно паслись в прериях и лесах у восточных подступов к Скалистым горам. Они чувствуют себя в безопасности, валяются в песке дельт рек Пис-Ривер и Атабаска, бродят в тенистых лесах среди берез, сосен, тополей и лиственниц. Численность бизонов регулируется естественным путем.

В этом национальном парке обитают также медведи, бобры, мускусные крысы и волки. Тут находят приют сотни тысяч перелетных птиц.

О Вуд-Баффало, так же как и о Серенгети, можно с полным правом сказать, что здесь, в дикой природе, сохранились все основные компоненты природных сообществ и действуют естественные взаимосвязи.■



Огромные стада травоядных животных в прошлом населяли также равнины Северной Америки. Перед появлением там европейцев на естественных пастбищах бродило не менее 50 — 60 млн. бизонов. Сегодня бизонов можно увидеть только на заповедных территориях, прежде всего в национальном парке Вуд-Баффало.

Целям охраны природного наследия планеты служит и экологический туризм, зародившийся в недрах международного. Сегодня ежегодно путешествуют около миллиарда туристов. А потому можно привлечь внимание широких кругов населения планеты к проблемам охраны природы. Наряду с зоопарками, размещенными, как правило, в городах, заповедные природные ландшафты играют важную роль в деле просвещения и воспитания жителей Земли. Огромная работа, проводимая учеными разных стран при координации ЮНЕСКО, включает и защиту животных от эпидемий, разнообразных вирусных заболеваний. Принятые законы по охране природы должны работать, а не быть статьями в экологическом праве.■

Кроме охраны животных и редких видов растений, сегодня проводится значительная воспитательная и просветительная работа. Она опирается на принятые ЮНЕСКО и ООН документы. Это прежде всего Всемирная хартия охраны природы (1982), Конвенция о биологическом разнообразии, принятая Конференцией ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 г., Конвенция о водно-болотных угодьях (она имеет международное значение, главным образом в качестве защиты местообитания водоплавающих птиц).■

Природное наследие России

В 1988 г. СССР подписал Конвенцию ЮНЕСКО об охране Всемирного культурного и природного наследия.

За прошедшие годы после распада СССР наибольшее число памятников, включенных в Список культурного и природного наследия, не считая России, оказалось на территории Грузии (3), Украины и Узбекистана (по 2). Остальные бывшие республики Советского Союза на 1.01.1999 г. либо добились включения в Список объектов Всемирного наследия только одного памятника, либо пока вообще не вошли в него.
Россия, особенно после создания Института природного и культурного наследия в 1992 г., который координирует деятельность по выявлению, обоснованию и включению под охрану национального природного и культурного наследия, разрабатывает методику заповедования и использования сокровищ страны, которые вошли и еще войдут как часть в культурное и природное наследие человечества, проводит значительную работу. В 2001 г. в Список наследия вошли 14 объектов. Принцип включения в природное и культурное наследие России — территориальный. На территории, включенной в Список наследия, может быть несколько номинаций: национальные парки, заповедники, заказники. Общее число особо охраняемых номинаций – 20. Из них – 7 заповедников, 3 национальных парка, 4 природных парка, а также ряд заказников.■

В девственных лесах Коми выделено две охранные территории: Печоро-Илычский заповедник и национальный парк Югыд-Ва, на северо-восточной окраине Республики Коми. На севере Европы это самый значительный массив девственных таежных лесов, практически ненарушенный





Северный олень.

В Коми встречаются медведь, волк, рысь, росомаха. Из птиц – черный дятел, кедровка, белая куропатка, рябчик, утки.■

Во флоре Печоро-Илычского заповедника описано около 600 видов, 3 из них — в Красной книге России. Здесь обитают лось, северный олень, медведь, волк, росомаха, соболь и куница и их помесь — кидус, бобер, более 200 видов птиц, из хищных — орлан-белохвост, скопа, беркут. Реки нерестовые, встречаются ценные породы рыб.
Тут обнаружена одна из самых северных стоянок верхнепалеолитического человека и, пожалуй, крупнейшее местонахождение фауны ледникового периода (антропогена) — мамонт, шерстистый носорог и т. д.■

Общий список флоры парка Югыд-Ва насчитывает около 600 видов, несколько видов растений занесены в Красную книгу. Животный мир богат и очень разнообразен.■

Озеро в горах (Камчатка).

Сегодня японцы, один из самых активно путешествующих народов Земли, горячо обсуждают вопрос о красоте вулканических вершин на Камчатке, сравнивая вулкан Фудзи с Ключевской сопкой.■



Представитель фауны Северного Урала – горный баран.



хозяйственной деятельностью человека. Леса тянутся вдоль западных склонов Северного и Полярного Урала, занимают верховья (исток) бассейна реки Печоры. Велика их роль как регулятора климата в регионе.

Печоро-Илычский заповедник расположен на западных склонах Северного Урала. В его пределах великолепно прослеживается вертикальная поясность, разнообразны типы лесов: на припечорской низменности — сосняки; в предгорьях — темно-хвойные леса из ели сибирской, кедра, пихты сибирской. Вековые ельники нуждаются в особой охране. В высокогорной зоне — березовые криволесья, горные тундры и гольцы.

Национальный парк Югыд-Ва раскинулся на западных склонах Приполярного Урала. В предгорьях и низкогорьях преобладают северо-таежные сосновые и елово-пихтовые леса, выше — субальпийские редколесья и луга, горные тундры и гольцы. Леса покрывают около половины площади национального парка. Здесь небольшие ледники и созданные их деятельностью кары, цирки, троги. Горные реки пенятся в каньонах, вырываясь из теснин. В озерах отражаются горные вершины, необычные скалы-останцы разнообразной формы. Эти места были священными для коренных народов.

На восточной границе парка находится высшая точка Уральской горной системы — гора Народная (1895 м), здесь же не менее живописны и другие вершины — Сабля, Колокольня и т. п.■

В Кроноцком заповеднике описано около 800 видов высших растений, 35 видов млекопитающих, 201 — птиц. Под особой охраной находятся популяции северного оленя, снежного барана, бурого медведя — любителя красной рыбы, соболя, на побережье — калана и лежбища сивучей. Нерестовые реки и озеро Кроноцкое также заповедны.■

Кроноцкий заповедник – самый большой по площади на Камчатке. Он занимает около 1 млн. га на суше и 100 тыс. га – в акватории. Это живописная горная местность с двумя десятками действующих вулканов, полусотней небольших ледников, с озерами и реками. Из действующих вулканов выделяется Кроноцкая сопка высотоой 3528 м. Еловолиственничная тайга и леса из каменной березы тянутся по долинам и взбираются по склонам гор. Многочисленные гейзеры, фумаролы, термальные и минеральные источники, термальные озера и окруженные паром водопады дают возможность осознать человеку, что у него под ногами раскаленная магма.

Склоны вулкана Камчатка.





Долина гейзеров.

Любители природы прилетают на Камчатку на вертолете, по деревянным настилам проходят по Долине гейзеров. Экскурсии ведут научные сотрудники Института вулканологии. Они же не позволяют «освежиться» под струями кипятка, залезть на опасный склон и не дадут унести кусочек гейзерита на память. Со смотровых площадок открываются незабываемые картины бурно живущей долины. Как по расписанию, начинают фонтанировать один-другой-третий гейзеры. Они располагаются на разных уровнях.■

Нерест рыбы на озере Азабачье.



Кальдера вулкана Узон — гигантская чаша, обрамленная бортами высотой от 200 до 900 м. Термальные озера, выделения газов, особенно углекислого, создали уникальные места. Среди них – небольшая лощина — Долина смерти, где покоятся тела погибших животных и тушки птиц. Забредшие сюда животные, надышавшись углекислым газом, быстро теряют ориентацию, силы и «засыпают» навечно. Вид кратера Узон в осеннее время.фантастичен.■

На Камчатке, к северу от города Петропавловск-Камчатский, расположена Долина гейзеров. Она входит в территорию Кроноцкого заповедника. До нее можно добраться всего за час на вертолете.

Долина гейзеров начинается там, где происходит слияние рек Гейзерной и Шумной. В нижней и средней частях долины реки Гейзерной, собирающей воды с северных склонов вулкана Кихпиныч, находятся 9 групп гейзеров, протянувшихся на 6 км. Склоны Долины гейзеров крутые, местами осыпные. На них расположены террасовидные поверхности разных уровней. Как правило, на них и «работают» гейзеры, с завидной периодичностью выбрасывая струи кипятка. Самый крупный гейзер носит название «Великан». Он выбрасывает струю кипятка и пара на высоту в десятки метров.

Гейзеры связаны с разломами в земной коре. В трещинных зонах создаются пустоты, где вода находится под гидростатическим давлением и нагревается выше 100°. При достижении критической температуры вода вскипает, а затем из горловины гейзера с шумом и свистом выбрасывается струя кипятка. Кипящий фонтан работает секунды.

Охлажденная в воздухе вода частично попадает обратно в жерло, поэтому температура в подземных пустотах понижается. Накапливание воды и ее прогрев ведут к новому выбросу кипящей воды и пара. Горячая вода выбрасывается на землю, а облако пара быстро рассеивается.

Гейзерная вода сильно минерализована. Вокруг жерла образуются натечные формы, сложенные гейзеритом. Гейзерит дает «побеги» — коричневато-желтые, лимонные веточки, напоминающие кораллы. Образование этого минерала — процесс длительный: сотни и сотни лет требуются для его появления. Далеко не все кипящие источники эффектно выбрасывают струи воды. Некоторые из них напоминают кастрюли на горячей плите. Вода в них кипит, лопаются крупные пузыри. Из жерла доносится воркотня и фырканье. Но края горловин все равно окаймлены гейзеритом.■

Быстринский природный парк занимает центральную часть полуострова Камчатка, высокогорья Срединного хребта, верховья рек Тигиль, Быстрая и Анавгай. Площадь — 1,333 тыс. га. Для парка характерна слабая заселенность, значительное ландшафтное разнообразие, действующие и потухшие вулканы, термальные источники. Абсолютные высоты – от 500 до 3600 м (Ичинская сопка — действующий вулкан). Это одно из самых «снежных» мест на Камчатке, толщина снежного покрова достигает здесь нескольких метров.■

Природный парк Налычево соседствует с Петропавловском-Камчатским, занимая юго-восточную часть Камчатского полуострова. Площадь — 287 тыс. га. Красота относительно слабоосвоенного высокогорья, обилие (более 200) минеральных источников, в том числе и термальных, сравнимы с кавказскими минеральными водами. Действующие вулканы — Корякская сопка, Жупановская сопка, Авачинская сопка и потухшие вулканы – являются геологическими памятниками.■

Южно-Камчатский природный парк занимает южную оконечность полуострова Камчатка. Площадь – 479 тыс. га. Приморские равнинные территории и горные вулканические экосистемы соседствуют с потухшими и действующими вулканами, термальными и минеральными источниками. Налажена охрана «краснокнижных» видов, особенно птиц, а также околоводных и морских млекопитающих (курильский калан, островной тюлень, киты — синий и серый, финвал, горбач и др.). В горах охраняется снежный баран.■

Южно-Камчатский федеральный заказник включает южную оконечность полуострова, мыс Лопатка, озеро Курильское и остров Уташуд. Площадь — 274 тыс. га. Эта горная страна с вулканическими формами рельефа, термальными и минеральными источниками лежит на основном пути сезонной миграции птиц. Разнообразны ланшафты — от березовых лесов, ольхового и кедрового стланика до горных тундр и гольцов.■

Озеро Байкал. В номинацию входят собственно озеро Байкал, а также окружающие его прибрежные зоны, около половины площади которых — особо охраняемые территории: Баргузинский, Байкальский и Байкало-Ленский заповедники, Прибайкальский и Забайкальский национальные парки, несколько заказников. Они создают вокруг озера своеобразное ожерелье, состоящее из памятников природы — биологических и геологических.

Байкал достоин книги рекордов Гиннеса. Это самое глубокое озеро в мире — 1637 м, в нем сосредоточено более 20% мировых запасов пресной воды (23 600 км^3). Байкал – древнейшее по геологическому возрасту озеро, существующее минимум 20 млн. лет. В его водах обитают 2360 видов и разновидностей животных и растений, 70 — 80% из них – эндемики. За длительный период эволюции живого мира озера в нем сложились устойчивые трофические системы, например рачок-эпимура — байкальский омуль – тюлень, нерпа. Живородящие рыбы голомянки, разнообразные беспозвоночные, 52 вида рыб, среди которых 17 видов промысловых, эдемичные виды делают это озеро-море уникальным. Живописность его берегов и природных памятников, прежде всего геологических, принесло ему мировую славу.



Байкал достоин стать одним из мировых центров экологического туризма. Общая площадь ареала — 8,8 млн. га, наибольшая в России.■

Снежный баран в горах и лежбище тюленей на побережье, обилие колониальных околоводных птиц, а также эндемичные виды растений и животных, занесенные в Международную Красную книгу и другие красные книги, наряду со значительным биологическим разнообразием, делают природный парк Налычево весьма привлекательным для посетителей.■

Среди особо охраняемых видов Южно-Камчатского федерального заказника – гусь-белошей, белоплечий орлан, кречет, курильский калан. Многочисленны бурые медведи и снежные бараны. В прибрежных водах – морские млекопитающие, в том числе некоторые виды китов. Реки района – нерестовые, на Курильском озере практически круглогодично нерестится нерка.■



Стланик на вершине горы.

Все водные массы озер Германии можно 460 раз поместить в Байкал, объем озера позволил бы вместить всю воду атмосферы Земли. Можно было бы бесперебойно снабжать всех обитателей Земли чистейшей питьевой водой в течение 80 лет. Не менее 336 притоков поставляют воду Байкалу.■

Байкальский заповедник занимает южный берег Байкала, располагается в Республике Бурятия. Площадь — 165,7 тыс. га, включает также центральную часть хребта Хамар-Дабан. Северные склоны, обращенные к озеру, покрыты темно-хвойной тайгой из пихты, кедра и ели; южные — светло-хвойной тайгой из сосны и лиственницы; выше — кедровый стланик, заросли рододендрона, субальпийские луга, горные тундры и гольцы с альпинотипным рельефом — цирками, острогранными вершинами и гребнями.■

Баргузинский заповедник расположен на северо-восточном побережье Байкала, в Республике Бурятия. Создан в 1916 г. Включает западный склон Баргузинского хребта, на юге граничит с Забайкальским национальным парком.
Нижняя часть склонов в низкогорье и среднегорье (до высот около 1500 м) — редкостойные лиственничники и леса из ели, пихты и кедра; выше — горные тундры и гольцы, альпийские луга. Ледниковые формы рельефа, каменные развалы — курумы, озера, занявшие место растаявших ледников в карах — отрицательных формах рельефа, в которых некогда лежали небольшие ледники. Высшая точка Баргузинского хребта имеет отметку 2840 м над уровнем моря.■

Байкало-Ленский заповедник расположен на северо-западном берегу озера в Иркутской области. Охватывает часть Байкальского хребта и бассейн верховьев реки Лены. На юге граничит с Прибайкальским национальным парком. Площадь — 659,9 тыс. га.
Нижний и среднегорный пояса — еловые, лиственничные, пихтовые, кедровые, сосновые; выше — кедровый стланик, горные тундры, гольцы.■

Прибайкальский национальный парк в Иркутской области имеет, пожалуй, самую протяженную береговую линию — около 500 км; включает юго-западную и западную части побережья озера вдоль





Озеро Байкал.

Флора Баргузинского заповедника насчитывает около 50 видов животных, среди них — 7 редких. Около 40 видов млекопитающих, среди которых баргузинский соболь. Среди 260 видов птиц 2 «краснокнижных» вида – орлан-белохвост и скопа.■

Флора Байкальского заповедника насчитывает свыше 800 видов высших растений, из них – 12 редких. Среди млекопитающих типичны дикий северный олень, соболь, марал, лось, бурый медведь, всего около 50 видов. Птицы представлены 270 видами, редкие — скопа и беркут.■

Среди 800 видов высших растений Прибайкальского парка — 27 редких. Фауна представлена 50 видами млекопитающих, 170 видами птиц, среди них – ряд хищных. Скопа, беркут, сапсан относятся к редким. Велика вероятность встретить бурого медведя, северного оленя и даже весьма осторожного, но любопытного соболя.■

Медведи любят поживиться рыбой, которая идет на нерест.



Заповедные места Байкала.

Приморского хребта и остров Ольхон, а также район истока реки Ангара. Площадь — 418 тыс. га.
Отчетливо прослеживается высотная поясность. На побережье и в предгорьях — луговые степи, степи и лесостепи (сосна, лиственница), в низкогорьях и среднегорьях — сосновые и лиственничные леса, выше — кедрачи, сменяющиеся горными тундрами и гольцами. Остров Ольхон на Байкале — самый крупный и необычайно живописный. Лесостепные плоскогорные ландшафты, многочисленные скалы, обрывы, утесы привлекают туристов.■

Золотые горы Алтая. Номинация включает два заповедника, природный парк, охранную зону вокруг Телецкого озера и один заказник. Общая площадь — около 1,6 млн. га. Ландшафтное и биологическое разнообразие, живописность сделали этот район на стыке границ России, Казахстана, Монголии и Китая одним из удивительнейших мест на нашей планете.
Алтайский заповедник на восточном Алтае отличается многообразием природных ландшафтов — от акватории Телецкого озера до горной тайги, альпийских лугов, горных степей, высокогорных тундр и гляциальной зоны. На восточном берегу Телецкого озера — водопад Корбу. Геологическое строение и разнообразный рельеф делают этот край весьма привлекательным не только для ученых, но и для любителей природы. Трехкилометровая охранная полоса вокруг Телецкого озера (93,7 га) примыкает к Алтайскому заповеднику и выполняет буферную роль в охране уникального Телецкого озера.■

Богата флора Алтайского заповедника — около 1500 видов высших растений, из них 24 занесены в Красную книгу России. Из 70 видов млекопитающих снежный барс и аргали занесены в Международную Красную книгу. Обилие птиц — около 320 видов, среди которых под особой охраной находятся журавль-красавка, балобан, черный гриф и др.■

Катунский заповедник лежит на границе с Казахстаном и охватывает Южный Алтай. Площадь — 151, 6 тыс. га. В нем представлены разнообразные ландшафты, так как перепад высот превышает 3000 м. Горная тайга соседствует с альпийскими лугами и участками горных степей, высокогорной тундрой. Живописность долины реки Катунь привлекает сюда многочисленных туристов-водников, скалолазов, горных туристов. Глубоко врезанные каньоны, чередование порожистых и спокойных участков русла реки, водопады, четко выраженная лестница надпойменных террас. Около половины территории — каменистые развалы глыб, осыпи, скалы и царство снега и льда. Многочисленные озера, среди них Мультинский озерный каскад, чистый воздух делают этот уголок планеты привлекательным для тысяч путешественников, отдыхающих и туристов.■

В Катунском заповеднике около 70 видов высших растений (12 — российские «краснокнижники»), около 50 видов млекопитающих, в том числе снежный барс, 113 видов птиц, среди них – редкие хищные.■

Зона покоя Укок лежит в Южном Алтае, на стыке Республики Алтай, Монголии, Китая и Казахстана. Площадь – 252,9 тыс. га. Это фаунистический заказник.■

Природный парк Белуха примыкает к Катунскому заповеднику с востока. Площадь — 262,8 тыс. га. Вершина горы Белуха — 4506 м; издревле была священной, отличается удивительной красотой и живописностью. Она резко выделяется над окружающими горами, сияя белизной вершины. Богатая флора и фауна в окружающих ее ландшафтах сходна с таковой в Катунском заповеднике.■



Родондендрон. Из семейства вересковых. Известно свыше 600 видов, распространен главным образом в умеренном поясе Северного полушария.

ПЛАНЕТА ЛЮДЕЙ

В 1999 г. ООН объявила, что население Земли достигло 6 млрд. человек. Данные эти были получены в результате переписей, которые проводят правительства стран и отдельные организации. Регулярно такого рода мероприятия начали проводиться сравнительно недавно – всего 200 – 300 лет назад. До того о численности населения было мало что известно. В начале нашей эры проживало не более 230 млн. человек, и в первое ее тысячелетие рост шел чрезвычайно медленно. Войны, голод и эпидемии сдерживали экспансию человека на планете. Резкое увеличение числа жителей Земли отмечается лишь с XVI в., особенно в Западной Европе, которая стала на капиталистический путь развития. В XX в. произошло то, что в последние десятилетия принято называть демографическим взрывом. Численность населения планеты возрастала в год более чем на 2%, пик его пришелся на 60-е гг.

Численность зависит прежде всего от воспроизводства населения, непрерывной смены поколений. Как это ни парадоксально, но, чем выше уровень жизни, тем меньше люди заинтересованы в большом числе своих потомков. В результате в индустриально развитых странах рождаемость намного меньше, чем в странах так называемого третьего мира. Рост численности населения до недавнего времени сдерживала высокая детская смертность, но успехи медицины в значительной степени помогли преодолеть это явление.

Другой немаловажный фактор, который определяет численность населения, – это его миграции. Они происходили всегда и затрагивали большинство народов. В древности причиной их чаще всего были природные катаклизмы и войны, в результате которых экспансия завоевателей сочеталась с насильственным переселением, а иногда и уничтожением побежденных. Великие географические открытия положили начало новой волне миграций, когда миллионы людей из перенаселенных европейских метрополий отправлялись за океан в поисках наживы, приключений и лучшей жизни на новых землях.

Характеризуют население соотношение полов и так называемая демографическая пирамида – соотношение различных возрастных категорий. И по этим показателям в мире наблюдается довольно пестрая картина: есть регионы и с избытком мужчин и женщин, одни страны выглядят как очень «молодые», а другие – как весьма «старые».

Конечно же, нельзя обойти такой важный признак, как принадлежность к определенной расе и национальности. К трем основным расам – европеоидной, монголоидной и экваториальной – в процессе многочисленных переселений добавились смешанные и переходные, наиболее распространенные в Латинской Америке. Народов на Земле значительно больше – более 5 тыс., и формирование их – живой, продолжающийся по сей день процесс.

История мирового хозяйства неразрывно связана с историей человечества. Первые 2,5 млн. лет человек выступал исключительно как потребитель: сначала средство для существования давало собирательство, затем к нему добавились охота и рыболовство. Но возможности природы прокормить возраставшее население этими средствами оказались не безграничными. Все труднее было собирать съедобные плоды и коренья, все скуднее становились охотничьи угодья.

10 тыс. лет назад человек начал сам производить продукты питания: выращивать растения и пасти домашних животных. На смену охотничьему везению пришли старание и умение сельского труженика. Земледелие, вероятно, зародилось между неприступных скал в горных долинах, где человек быстрее всего истощил традиционные источники питания. Затем искусство возделывания земли было перенесено на равнины, в долины великих рек с их прекрасными пастбищами, плодородными почвами и обильным увлажнением. Здесь оно достигло невиданного расцвета и послужило основой для возникновения древнейших цивилизаций. Сельскохозяйственное производство постоянно совершенствовалось и усложнялось, постепенно оно распространялось все шире и дальше от своих первоначальных очагов.

Параллельно росло и выделялось в самостоятельный вид деятельности ремесло, человек приобретал все новые и новые навыки, начинал использовать новые материалы, в том числе и не

существующие в природе, т. е. созданные им самим, искусственные. Ремесленники сосредоточивались в поселениях, которые со временем выросли в города.

С самых первых шагов цивилизации появился и стал бурно развиваться еще один вид человеческой деятельности – торговля. Она не только экономически соединила удаленные страны и земли, но и позволила им приобрести специализацию в определенных родах производства, а значит, максимально эффективно использовать свои ресурсы и рабочую силу. Деньги – необходимое порождение торговых отношений. С ними связана финансовая деятельность.

Торговля поначалу шла в основном по рекам или по сухопутным дорогам. Но уже во времена античности человек научился строить суда, на которых он отваживался выходить в море. Морские торговые пути быстро приобрели первостепенное значение. Совершенствование кораблестроения и навигационного дела позволило удалятся далеко от берега в океан, благодаря чему на рубеже XV – XVI вв. европейцы начали эпоху Великих географических открытий. Для экономики это означало интеграцию в масштабах всей планеты, возникновение рынка и хозяйства мирового уровня, географическое разделение труда не только между отдельными государствами, но и между континентами.

Индустриальная эпоха XVIII – XIX вв. ознаменовалась промышленной революцией, в результате которой европейские страны ступили на капиталистический путь развития. Изобретения и открытия посыпались, как из рога изобилия. Появились разнообразные машины, были проложены первые железные дороги, сеть которых стала стремительно уплотняться, устремляясь в глубь материков и вводя в мировую экономическую орбиту ранее недоступные глухие уголки планеты.

На рубеже XIX – XX вв. появляются автомобиль и авиация, метрополитен, телефон и радиосвязь. Скорость, объемы и качество обмена товарами возросли чрезвычайно, и к концу второго десятилетия XX в. было сформировано единое мировое хозяйство. Обостряется конкурентная борьба между ведущими странами за рынки сбыта, параллельно образуются международные монополии. Идет активная миграция капиталов и рабочей силы.

В XX в. экономика крупнейших государств приобретает особый оттенок в результате милитаризации. Для военных нужд создается производство самой совершенной техники массового уничтожения, накапливаются взрывчатые и отравляющие вещества.

В современной структуре мирового хозяйства выделяются три сферы. Основу первичной составляет сельское хозяйство. Вторичная сфера объединяет различные отрасли промышленности. В третичную входят транспорт, связь и сфера услуг. Все возрастающую роль в экономике играют наукоемкие производства, все больше средств затрачивается на исследовательские и опытно-конструкторские работы.

Среди отраслей промышленности особую, базовую, роль занимает энергетика, развитие которой зависит от добычи горючих полезных ископаемых. Запасы их не безграничны, и человечество уже сегодня фактически стоит на грани топливного голода.

Положение металлургического комплекса более оптимистично: запасы руд не столь истощены, к тому же здесь широко используется вторичное сырье.

Машиностроение – наиболее динамично развивающаяся отрасль мировой экономики. Особенно это касается электронной промышленности, без продукции которой в наше время невозможно представить, пожалуй, ни один из видов человеческой деятельности.

Химическая промышленность относительно молода. Наряду с лесной промышленностью она занимается производством различных материалов – от удобрений до искусственных волокон и косметики. К сожалению, большинство ее предприятий до сих пор служат источником загрязнения окружающей среды.

Легкая промышленность развита практически повсеместно, но особенно широко в густонаселенных странах «третьего мира», где много дешевой рабочей силы.

Научно-технический прогресс не обошел стороной и сельское хозяйство. Внедрение удобрений, пестицидов, биотехнологий, применение высокоурожайных сортов позволило более чем вдвое увеличить сборы за последние несколько десятилетий. И это при том, что площади обрабатываемых земель во многих странах уменьшились.■

Сколько нас?

Ученые всего мира обрабатывают материалы переписи населения и получают сведения о численности населения на планете. Перепись населения — это прогнозирование численности, определение контингентов разных слоев в обществе. Численность населения зависит от совершенствования производства и уровня благосостояния населения.

В далеком прошлом все переписи осуществлялись властями, заинтересованными в том, чтобы учесть тех, с кого они получали дань или налоги, а также для того, чтобы определить контингент для исполнения военных повинностей. Учет населения проводился в Египте, Месопотамии, Индии, Китае еще в III тыс. до н. э. Сохранились итоги 36 переписей Рима. Перепись, проведенная английским королем Вильгельмом I Завоевателем в XI в., — источник многих сведений о населении средневековой Англии.■

Характеристику населения на любой территории следует начинать с оценки его общей численности. Главными источниками этих и других сведений о населении служат **переписи** (цензы) **населения** и материалы текущего административного учета (регистрация рождений и смерти людей, их браков и разводов и т. д.), а также выборочные социально-демографические обследования населения.

Обработка материалов переписи населения дает сведения о численности людей и их группировках по самым различным признакам, например по месту жительства, полу и возрасту, по уровню образования, их жилищным условиям, по источникам средств существования и т. д. Результаты переписей служат основой для оценки перспектив эволюции населения, например для определения контингента школьников, военнообязанных, числа пенсионеров и т. д. Переписи в большинстве стран мира проводят регулярно, не реже одного раза в 10 лет, обычно в годы, оканчивающиеся на 0 (ноль). В нашей стране переписи чаще всего проходили во второй декаде января (начало года, школьные каникулы уже закончились, а студенческие еще не начались).

Начиная с 60-х гг. XIX в. в России стали проводиться так называемые **местные переписи** всего населения. Они состоялись в Санкт-Петербурге, Москве, в некоторых других крупных городах.

Всего на Земле около 230 стран и территорий, имеющих постоянное население. Густо населены Европа, Азия, Америка, Африка. Общая площадь обитаемой суши, по данным ООН, составляет 130,3 млн. км² без внутренних вод. Около 60% всего населения Земли живет в 10 крупнейших государствах с числом жителей более 100 млн. человек в каждом.



Еще очень многие народы ведут кочевой или полукочевой образ жизни.





Москва. Начало XX в.

На Руси учитывать население стали с IX в. в Киевской Руси и Новгороде. Эти учеты охватывали в основном мужское население, которое должно было платить подати. В период монголо-татарского ига учеты на Руси проводились по требованию ханов, чтобы определить размеры дани с русских княжеств. Начиная с XIV в. во многих частях страны велись так называемые писцовые книги, в которых содержались данные о крестьянах и выполняемых ими повинностях. В XVI в. основной формой учета населения на Руси были подворные переписи: учитывались мужчины и их дворы (хозяйства), с которых взимался налог. В начале XVIII в. была принята новая форма учета населения — так называемые ревизии (подушевое обложение налогами мужчин). Указ о проведении первой ревизии издал Петр I в 1718 г. Последняя, десятая, ревизия состоялась в 1857 г.■

О нарастании темпов роста населения мира свидетельствуют следующие данные (млн. человек): 15 тыс. лет до н. э. — 3; начало новой эры — 230; 1000 г. — 305; 1900 г. — 1630, а в октябре 1999 г. население мира достигло 6 млрд. человек.

Первая всеобщая перепись населения Российской империи прошла в начале 1897 г. Ее организатором стал русский географ и статистик **П. П. Семенов-Тян-Шанский**. В проводимых переписях населения активно участвовала интеллигенция.

Переписи населения в нашей стране состоялись в 1920, 1923 (городская), 1926, 1937, 1939, 1959, 1970, 1979 и 1989 гг. Среди довоенных переписей своей достоверностью и детальностью отличается перепись 1926 г., материалы которой были опубликованы в 56 томах. Перепись, проведенная в январе 1959 г., показала, какой страшный урон нанесла нам война. Очередная перепись населения России запланирована на 2002 г.■

Всеобщие научно-организованные регулярные переписи, в их современном понимании, стали проводить сравнительно недавно — около 200 лет назад. История их начинается с переписей США (1790), Швеции и Финляндии (1800), Англии, Франции, Дании и Норвегии (1801). Круг стран, где проводились детальные переписи, постепенно расширялся. В частности, во второй половине XIX в. они впервые были организованы в Италии, Германии, Индии, России. К 1850 г. переписями было охвачено около 15% мирового населения, к 1900 г. — 50%, к 1950 г. — 80%, к настоящему времени — практически все население мира. Всеобщие переписи населения в СССР (1959) и в Китае (1953, 1990, 2000) существенно уточнили данные о численности населения Земли во второй половине XX в. Успехи в учете населения мира во второй половине XX в. стали возможны благодаря общему социально-экономическому прогрессу человечества, а особенно в результате освобождения десятков стран от колониальной зависимости.■

О численности людей в мире еще 200 — 300 лет назад мало что было известно. **Численность населения** росла очень медленно из-за высокой смертности, что объяснялось низким уровнем развития производительных сил и большой зависимостью человека от природы. Были периоды, когда население в мире резко уменьшалось в результате массового голода, частых эпидемий и войн. Темпы роста населения увеличивались по мере совершенствования производства. Например, когда человек стал переходить от охоты, рыболовства и собирательства к скотоводству и земледелию. В XVII в. в ряде западноевропейских стран с развитием капитализма, когда условия жизни людей заметно улучшились, ускорился и рост населения. XX век, особенно его вторая половина, дал демографический взрыв. (Демография от греч. demos — население и grapho — пишу — наука о закономерностях воспроизводства населения.) Ускорение темпов роста произошло в 1960 — 1965 гг., когда среднегодовой прирост населения в мире составил более 2%. Это было связано с резким уменьшением смертности населения благодаря успехам медицины в борьбе со многими инфекционными заболеваниями в развивающихся странах, добившихся политической независимости. При этом рождаемость в этот период изменилась не столь существенно. Однако в последние десятилетия XX в. картина стала иной: темпы роста смертности превысили рождаемость. В результате показатели роста человечества замедлились.■



Воспроизводство населения



Человечество растет и развивается благодаря непрерывной смене поколений. Сменяемость прежде всего определяется соотношением рождаемости и смертности людей. Для характеристики интенсивности рождаемости чаще всего применяют общий коэффициент рождаемости (ОКР) — отношение числа родившихся за год на 1 тыс. жителей к средней численности всего населения (обозначается в промилях — ‰). Демографы используют и другие показатели, среди них суммарный коэффициент рождаемости — среднее число детей у одной женщины за всю ее жизнь.

Уровень рождаемости, естественно, сильно зависит от структуры семьи и доли населения, состоящего в браке. В развивающихся странах семьи в основном многочисленны и состоят из людей нескольких поколений (дети живут с родителями). Это большие или сложные семьи. В экономически развитых странах типичны семьи, состоящие из одной супружеской пары и детей, а также относительно много неполных семей и людей, живущих вне семьи. В странах Европы и Северной Америки семьи малодетны, высока доля одиноких людей.

Моральные, религиозные, социальные и экономические факторы обусловливают создание семей, рост числа разводов, существование незарегистрированных браков и как результат — рост числа внебрачных детей (в Швеции и Дании они составляют более 40% всех рождающихся, в США — около 20%).■

В большинстве стран урбанизация — фактор, понижающий рождаемость, так как в городах выше материальные и культурные запросы населения, браки здесь заключаются в более старшем возрасте, а женщины гораздо активнее участвуют в общественной жизни, чем сельские жительницы. В нашей стране число рождений на одну женщину в городах — 1,75, а в селах — 2,43.

Сейчас средний уровень рождаемости в мире — 23‰. О том, что во многих странах мира темпы рождаемости не обеспечивают простого воспроизводства поколений людей, говорит и показатель суммарной рождаемости: число детей, приходящихся на одну женщину, должно быть не ниже 2,1, а в Европе, например, есть страны (Россия, Германия, Италия, Латвия), где этот уровень ниже — 1,4, что приводит к резкому сокращению будущих поколений. Вместе с тем многие страны Африки и Азии имеют высокий уровень рождаемости. В Мали, Нигере, Уганде на каждую женщину приходится 6 — 7 детей. Такие показатели говорят о быстром росте населения.



В настоящее время население Земли ежегодно возрастает на 78 — 82 млн. человек. Однако этот процесс в экономически развитых и развивающихся странах выглядит поразному. Для первой группы стран (например, Япония) в настоящее время характерны низкая рождаемость и средний уровень смертности (сказывается высокая доля пожилых людей). В Германии смертность и рождаемость приблизительно равновелики. Еще хуже демографическая ситуация в России, где политический и экономический кризис обусловил естественное уменьшение населения в 1992 — 1999 гг. более чем на 5 млн. человек.■

В возрастной структуре населения мира в ближайшие десятилетия ожидаются существенные изменения. Уже к середине XXI в. в возрастном составе населения планеты на 1/3 сократится удельный вес детей (0 — 14 лет) и, наоборот, более чем в 2 раза увеличится доля 60-летних и старше; средний возраст населения планеты к 2050 г. превысит 72 года.■

В крупных государствах в 1998 г. население составляло (млн. человек): Китай — 1250; Индия — 989; США — 274; Индонезия — 207; Бразилия — 165; Пакистан — 148; Россия — 147; Япония — 126; Бангладеш — 124; Нигерия — 122. Кроме того, еще почти 16% всего населения мира сосредоточено в 14 государствах, имеющих от 50 до 1000 млн. жителей. Таким образом, очень высокой концентрацией населения характеризуется небольшое число государств: в 24 странах — более 3/4 человечества. Вместе с тем подавляющее большинство стран имеют меньше 10 млн. жителей, а многие — меньше 1 млн. Примерами государств с очень небольшим населением могут служить Ватикан (1 тыс. жителей) — монархия, возглавляемая главой католической церкви папой римским, и остров Питкерн в Тихом океане — менее 1 тыс. жителей.■

Уровень смертности в первую очередь определяют такие факторы, как благосостояние людей и развитие здравоохранения, доступность медицинской помощи, характер питания и жилищных условий населения, состояние окружающей среды и т. д.

Средняя смертность населения в мире до XVIII в. была очень высокой — до 50%, затем в странах Европы, а позже и в других регионах мира началось ее постепенное снижение. За XX в. показатель смертности снизился в 4 раза. В настоящее время во многих экономически развитых странах показатели смертности выше, чем в развивающихся: дело в том, что люди в возрасте 65 лет и старше составляют, например, в Великобритании 16%, а в Мексике — 4%.



Об уровне смертности можно судить по общему коэффициенту смертности, который определяется аналогично общему коэффициенту рождаемости как отношение числа умерших за год на 1 тыс. жителей. Однако более точным показателем уровня смертности являются ее повозрастные величины. Смертность высока среди младенцев до 1 года и людей старше 60 лет. Известно, что более 1 млрд. людей на Земле живут в нищете. Они плохо питаются или вообще голодают, в результате чего на Земле ежегодно умирают 15 — 18 млн. человек. Во многих отсталых странах особенно велик процент бедняков в сельской местности. Например, в Мозамбике в бедности живут 40% горожан и 70% сельских жителей, в Индии — соответственно 38 и 49%. Более 10 млн. людей погибли во второй половине XX в. в локальных войнах, которые почти непрерывно ведутся на планете.■

Важный критерий уровня жизни — полноценное питание, но, по данным ООН, лишь 1/3 человечества обеспечена достаточно калорийным и качественным питанием. Значительная часть населения мира (700 — 800 млн. человек) питается плохо, голодает.



Максимально высоки показатели смертности в Сьерра-Леоне, Уганде, Малави, Афганистане (22 — 30,5%), а минимальны (меньше 5%) — в арабских нефтедобывающих странах Персидского залива (Кувейт, ОАЭ). Это объясняется спецификой возрастной структуры населения — весьма высокой долей рабочих-иммигрантов и поэтому относительной малочисленностью детей и пожилых людей. Все же общие показатели смертности в мире в целом менее контрастны, чем показатели рождаемости: в большинстве стран мира уровень смертности от 5 до 15%.■

Младенческая смертность и средняя продолжительность жизни людей — показатели, более точно характеризующие состояние здоровья населения, так как не зависят от структуры населения. Уровень младенческой смертности — один из важнейших показателей социально-экономических условий жизни населения (в первую очередь молодых матерей и их детей), эффективности службы охраны здоровья матери и ребенка, санитарно-гигиенической культуры. С улучшением условий жизни людей младенческая смертность сокращается.■

В начале XX в. младенческая смертность в мире составляла около 250 случаев на 1 тыс. человек, в 1950 — 1955 гг. — 156, а в 1995 — 2000 гг. она снизилась до 58. Однако за этими средними цифрами скрываются большие контрасты. Очень высока смертность младенцев в Африке (в среднем 90 детей умирают на первом году жизни среди

1000 родившихся, а в Гвинее, Малави, Сьерра-Леоне — более 130), в Афганистане — 163. Наибольших успехов в борьбе со смертностью младенцев достигли Япония, Сингапур и некоторые страны Европы (Финляндия, Швеция, Швейцария, Франция — ниже 5).■

Прогнозируемая продолжительность жизни людей — один из основных показателей, характеризующих состояние здоровья населения. В Древней Греции и Римской империи продолжительность жизни составляла в среднем 25 лет. В середине XX в. этот показатель в мире возрос до 46 лет, а в конце XX в. – до 66 лет. Эти показатели колеблются от 80 лет в Японии, 78 — 79 лет в Канаде, Швейцарии, Швеции, Норвегии, Нидерландах до менее чем 45 лет в Эфиопии, Мозамбике, Уганде и в некоторых других малоразвитых странах, где «путевка в жизнь» оказывается в 1,5 — 2 раза короче, чем в передовых развитых государствах.



Монгольские семьи, ранее многочисленные, все чаще имеют 1 — 2 детей.

Важно учитывать разную среднюю продолжительность жизни у мужчин и женщин. В целом в мире представители «слабого пола» живут на три года дольше мужчин. Сокращают жизнь мужчин более широкая и интенсивная трудовая активность, несчастные случаи, алкоголизм, курение и другие вредные привычки. Эта разница в пользу женщин достигает максимума в России (58 и 72 года в 1997 г.). Однако среди развивающихся стран есть и такие, где средняя продолжительность жизни женщин короче, чем у мужчин (например, Бангладеш, Непал). Причиной тому — ранние браки женщин, частые роды, тяжелый труд дома и в сельском хозяйстве.

Зная показатели рождаемости и смертности, можно определить скорость обновления (оборот, или ротацию) состава жителей на любой территории: это интегральный показатель рождаемости и смертности.■

Большой ущерб здоровью значительной части людей причиняют алкоголизм, курение, загрязнение окружающей среды. Серьезнейшей проблемой во многих странах, например в США, стало употребление наркотиков. В мире насчитывается 190 млн. наркоманов. Нар-



Население мира за год обновлялось в середине XX в. на 5,7%, а в конце века — на 3,2%; население Афганистана — на 7,2%, тогда как население Японии — менее чем на 2%.

Европа и Ближний Восток в результате крестовых походов потеряли несколько миллионов человек. От эпидемии чумы в Европе в XIV в. погибло около 15 млн. человек. Эпидемия гриппа («испанка») в Европе в 1914 — 1918 гг. унесла из жизни 20 млн. человек. В Индии и Китае от голода в XIX в. скончалось более 50 млн. человек. Потери населения в двух мировых войнах XX в. составили более 60 млн. человек, но еще более значительными выглядят косвенные потери в результате снижения рождаемости и увеличения смертности.■

В развивающихся странах инфекционные болезни по-прежнему представляют серьезную угрозу. Благодаря успехам медицины удалось сократить или ликвидировать многие страшные болезни (чума, холера, оспа и др.), однако низкий уровень санитарно-гигиенической обеспеченности населения способствует широкому распространению желудочно-кишечных болезней и туберкулеза. В жарких зонах мира немало и других специфических болезней (например, сонная болезнь — бич обширных зон Африки, ее разносчица — муха цеце).■

На нашей планете 1,5 млрд. человек лишены элементарного медицинского обслуживания. Во многих странах (Боливия, Гватемала, Афганистан, Ангола, Бангладеш) оно недоступно из-за отсутствия врачей.■





команы — один из главных разносчиков вирусов новой и пока неизлечимой болезни СПИД (синдром приобретенного иммунодефицита). Родина СПИДа — Центральная Африка, а общее число носителей этой болезни в мире превышает 15 млн. человек.■

При одном и том же приросте населения интенсивность **ротации** может быть разной. Высокие темпы ротации связаны с низкой средней продолжительностью жизни людей и неблагоприятны для общества. Для характеристики процесса воспроизводства населения применяются и другие показатели, например **коэффициенты жизненности** — число родившихся на 100 умерших (в среднем в мире — около 255).■

На судьбе будущего мира не может не сказаться тот факт, что свыше 90% всего прироста населения на Земле приходится на развивающиеся страны, где отмечаются высокая рождаемость и смертность людей при малой продолжительности жизни (например, в Афганистане и Эфиопии).

В большей части развивающихся стран за последнее время уровень смертности значительно снизился, но показатели рождаемости растут медленнее. Все эти страны сохраняют высокие темпы роста населения благодаря преобладанию людей молодого возраста. Однако во многих из развивающихся стран рост числа жителей опережает рост производства продовольствия на душу населения.

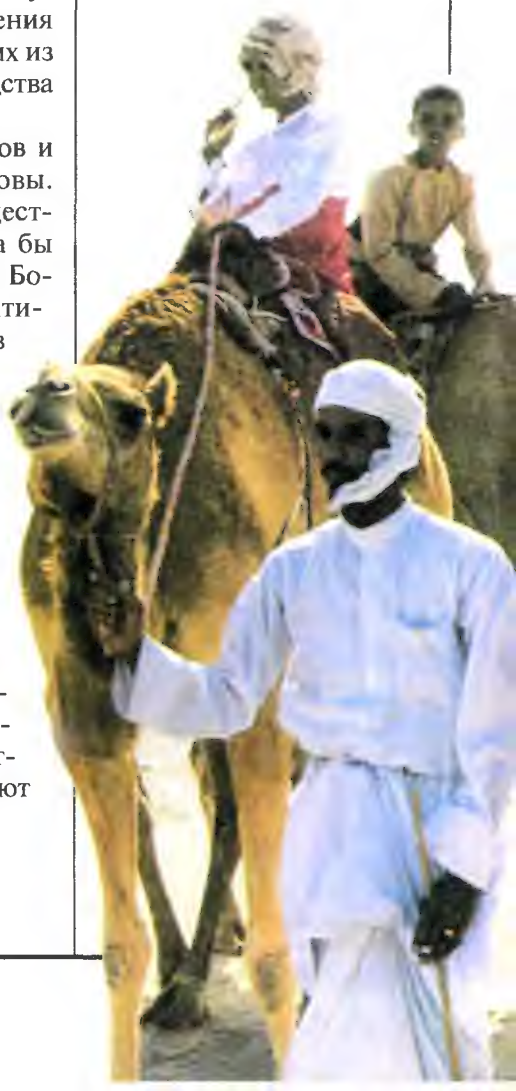
Таким образом, **демографические проблемы** для стран разных типов и разного уровня социально-экономического развития неодинаковы. Ситуация требует, чтобы каждое государство разрабатывало и осуществляло собственную демографическую политику, которая отвечала бы интересам общества, содействовала бы улучшению жизни людей. Более чем в 20 странах мира, прежде всего в Европе, проводится политика, направленная на увеличение рождаемости, а примерно в 85 странах — на ее снижение.

Так, в Китае пропагандируются однодетные семьи, а в Индии — двухдетные. В остальных странах, например в арабо-мусульманском регионе, рост населения практически не регулируется: сказывается влияние ислама, стимулирующего рождаемость.

В Европе основной системой мер демографической политики являются единовременные денежные ссуды молодоженам, пособия по рождению детей, длительные отпуска по беременности и родам. Одна из важных мер — снижение возраста вступления в брак. В большинстве же развивающихся стран мира внедряется политика, сдерживающая рост населения путем сознательного и рационального ограничения числа детей в семьях. Однако во многих развивающихся странах меньше половины всех женщин осуществляют контроль за рождением детей, тогда как в развитых странах это делают более 3/4 женщин.■

Согласно оценке экспертов ООН, в ближайшие десятилетия ожидается постепенное снижение показателей суммарной рождаемости, которые опережают снижение уровня смертности. В целом произойдет простое замещение поколений. Поэтому в XXI в. темпы роста населения в целом будут падать. По мере улучшения благосостояния населения и развития сферы здравоохранения будет увеличиваться средняя продолжительность жизни людей.■

Во многих азиатских странах новые веяния прекрасно уживаются с традиционным образом жизни.



Миграции населения

Миграции населения происходили с древнейших времен и играли важную роль в истории человечества, будучи одним из главных факторов в заселении Земли и формировании многих народов.

Один из основных критериев миграции населения — это пересечение людьми административных границ государства, области, города. Бывают внешние миграции — эмиграции и иммиграции, т. е. пересечение государственных границ, и внутренние миграции — в пределах одной страны. Начиная с эпохи Великих географических открытий решающая роль во внешних миграциях населения принадлежала Европе и Америке. Европа была источником эмиграции, Америка же поглощала основную часть переселенцев. Мощная эмиграция из Западной Европы была связана с ранним развитием капитализма, что порождало массы избыточного населения, вынужденного искать счастья за океаном. В XIX в. и в первой половине XX в. Европу покинуло свыше 50 млн. человек, из них более 60% осели в США и Канаде, остальные — в Латинской Америке, Австралии и Новой Зеландии, в странах Африки. Северная Америка особенно привлекала иммигрантов свободными землями и высоким спросом на рабочие руки. Своего апогея европейская эмиграция достигла перед Первой мировой войной, когда ежегодно Европу покидало свыше 1 млн. человек. До 90-х гг. XIX в. доминировала так называемая старая эмиграция из наиболее развитых стран — Великобритании и Германии, а позже — так называемая новая эмиграция — из Италии и других экономически отсталых государств Южной и Восточной Европы (включая Россию). В мировой истории миграций работорговля в XVI — XVIII вв. — важное звено. В результате были вывезены в Америку многие миллионы африканцев, а также организован завоз неквалифицированных рабочих из Китая (кули) и Индии в страны Юго-Восточной Азии. В захваченных колонизаторами странах широко применялось насильственное переселение коренного населения с лучших земель в необжитые районы, что приводило к гибели множества людей.■

После Первой мировой войны эмиграция из Европы резко сократилась как по экономическим причинам, так и в результате введения более строгого контроля над иммиграцией в США и других странах. Стало расти число репатриантов, т. е. эмигрантов, возвращающихся на родину. В 30-е гг. XX в. широкий размах получила политическая эмиграция из государств, где к власти пришли фашисты.



Вторая мировая война привела к огромным перемещениям населения — как внутри стран, так и между государствами, оторвала от родины и забросила на чужбину многие миллионы людей. В конце 1944 г. в Германии находилось 13 млн. иностранных рабочих, насильственно угнанных гитлеровцами из оккупированных и союзных стран, а также



Люди, осаждающие корабль, покидают родину с надеждой обрести лучшую долю.

Издавна происходили перемещения племен, обусловленные необходимостью освоения новых земель. В Древней Греции и Древнем Риме переселения часто происходили в форме завоевательных походов, вызванных истощением местных ресурсов и необходимостью захвата рабов. В IV — VII вв. произошло великое переселение народов (германских, славянских и других племен) на территории Римской империи, толчок которому дало движение племен гуннов из Азии. Этот процесс способствовал крушению Римской империи и оказал большое влияние на формирование современной этнической карты Европы. Вторжения кочевников из Азии в Европу продолжались до середины XIII в. Наиболее значительным из них было монголо-татарское нашествие под предводительством хана Батыя. Крестовые походы на Ближний Восток также втягивали в движение (1096 — 1270) большие массы людей. Арабские походы в VII — IX вв., завершившиеся завоеванием огромных территорий в Азии, на севере Африки и юго-западе Европы и созданием халифата, оказали влияние на последующее развитие народов в этом обширном регионе, их численность, язык, культуру, хозяйство.■

Около 3/4 беженцев приходится на страны Азии и Африки.

В 1990 г. во всем мире (кроме СССР) насчитывалось 107 млн. человек, проживавших не в тех странах, где они родились. Наибольшее их количество было в США (млн. человек) — 19,6; Индии — 8,7; Пакистане — 7,3; Франции — 5,9; Германии — 5,0; Канаде — 4,3 и Саудовской Аравии — 4,0. А по проценту иммигрантов в стране явно лидировали государства Персидского залива (ОАЭ — 90%, Кувейт — 79% и т. д.), Израиль, Люксембург и Кот д'Ивуар (по 29 — 31%). Многие миллионы беженцев из Бурунди и Руанды нашли убежище в Конго, беженцы из Боснии и Герцеговины — в Сербии, Хорватии, Германии.■

военнопленных. Эти люди находились здесь фактически на положении рабов и крепостных. Ввозя рабочую силу, фашисты насаждали свою агентуру на временно оккупированных территориях. Подобным же образом действовали и японские империалисты в оккупированной части Азии. После окончания войны перед миролюбивыми государствами встали две политические проблемы, связанные с переселением больших масс людей. Во-первых, необходимо было обеспечить возвращение на родину лиц, попавших в руки агрессоров, а во-вторых, следовало переселить немецких и японских военнопленных на родину. С этими задачами справились уже в первые послевоенные годы. Более миллиона беженцев и перемещенных лиц не пожелали вернуться на родину и переехали в США, Канаду, Австралию, Израиль, а часть их осела в Западной Европе. В Японию вернулись 6,5 млн. японцев — бывших военнопленных и колонистов, главным образом из Китая и Кореи, а из Японии выехали домой 2 млн. корейцев.■

Послевоенное изменение границ между государствами также вызвало значительную миграцию. В целом за 6 послевоенных лет (1945 — 1951) в результате тяжелых последствий Второй мировой войны переместилось через государственные рубежи около 30 млн. человек. Если же к этой цифре добавить 18 млн. человек, переместившихся в связи с обострением религиозной вражды между индуистами и мусульманами в 1947 г. и в последующие годы из Пакистана в Индию и обратно, то станет ясно, что по интенсивности внешних миграций годы Второй мировой войны и вторая половина 40-х гг. XX в. не имеют аналогов в истории.

Вторая мировая война и развитие политической и экономической обстановки в мире изменили направления, масштабы и формы миграционных потоков. Распад колониальной системы и провозглашение независимости более 60 бывших колоний повлияли на характер традиционных миграций между ними и бывшими метрополиями. Выезд европейцев в страны Азии и Африки резко сократился, началась их массовая репатриация.■



Международную конвенцию о защите прав всех трудящихся-мигрантов и членов их семей ООН приняла в 1990 г. Однако проблемы миграций в будущем обострятся, так как число людей, стремящихся выехать в более богатые регионы мира в поисках работы и средств к существованию, будет расти, особенно в странах Азии и Африки. Западная Европа, где наблюдается сниженное воспроизводство поколений, вскоре начнет испытывать нехватку рабочей силы, но, естественно, возможностей приема иммигрантов в богатых странах становится все меньше.■



Голод, болезни, преступность сопровождают тех, кто вынужден покинуть свою страну.

Миграции и численность населения

Динамика населения в первой половине 90-х гг. XX в. в крупнейших регионах мира была крайне неодинаковой. За 5 лет население Земли в целом выросло на 8,2%, но за это же время численность африканцев увеличилась на 95 млн. человек, т. е. на 15,1%, и превзошла число жителей Европы (включая Россию), которое увеличилось только на 0,7%!

Для характеристики миграций используются многие количественные показатели: сальдо миграции — разность между числом прибывших и выбывших людей, оно бывает положительным (приток) и отрицательным (отток); объем (масштабы) миграций – сумма мигрантов, прибывших и выбывших за определенное время; интенсивность миграций — отношение объема миграций к числу жителей (на 1 тыс. или на 10 тыс. человек); эффективность миграций — отношение сальдо миграций к сумме мигрантов или к количеству прибывших; приживаемость мигрантов — соотношение числа прибывающих и убывающих мигрантов или число прибывших на 100 выбывших и др.■



В настоящее время в мире за пределами своей родины трудится более 100 млн. человек, вместе с ними находится около 50 млн. членов их семей. Кроме того, по политическим мотивам или из-за стихийных бедствий насчитывается более 20 млн. беженцев-переселенцев. Примерно половина из них сконцентрирована в Азии и около 40% — в Африке. На каждого работающего мигранта в среднем приходится по 2 — 3 иждивенца.■

Самую тяжелую работу выполняют, как правило, мигранты.



В США, Канаде, Австралии, Франции благоприятно сочетаются естественный прирост и миграции. Для большинства развивающихся стран типичны высокие темпы естественного прироста и отрицательное сальдо миграций, которое, однако, невелико относительно общего числа жителей. В России и Германии (по разным демографическим, социально-экономическим и политическим причинам) в эти годы число жителей сократилось, но оно компенсировалось переселением людей из-за рубежа. Уникальны показатели по России 90-х гг. XX в. – одна из первых в мире стран по естественной убыли населения и в то же время крупнейший в мире центр иммиграции.



Кочевые племена круглый год перегоняют стада овец, крупного рогатого скота.

Для XX в. были характерны интернационализация жизни на всей планете, распад многонациональных государств, растущая мобильность капитала, совершенствование систем транспорта и связи. Миграции — один из главных факторов, постоянно изменяющий число людей как внутри одной страны, так и между странами. Во внутренних миграциях люди попрежнему направляются из сельской местности в крупнейшие города — центры систем расселения. Этот процесс особенно характерен для развивающихся стран, где в сельской местности колоссальны масштабы скрытой безработицы и откровенной нищеты. В высокоурбанизированных развитых странах обмен людьми между городами и сельскими поселениями приобретает все более сбалансированный характер.

Во многих странах большое значение имеют внутренние межрайонные миграции — уход населения из экономически менее развитых районов, где особенно велика безработица, в районы с более благоприятной экономической ситуацией и более высокими доходами. В некоторых крупных странах (например, в Бразилии и Индонезии) сохраняются миграции, связанные с освоением обширных, пока еще плохо обжитых территорий.

Огромны масштабы временных перемещений людей: ежедневно сотни миллионов участвуют в так называемых маятниковых («челночных») по-

ездках, обусловленных быстрым увеличением расстояний между местами жительства и работы людей; высок размах миграций, связанных с сезонностью производства, с международным туризмом (более 600 млн. человек в год) и т. д.

Специфика современной географии международных миграций порождена распадом СССР и Югославии. Из-за этнических конфликтов выросли потоки беженцев и вынужденных переселенцев между государствами бывшего СССР. Особенно велика миграция русских в Российскую Федерацию (свыше 3,2 млн. за 1992 — 1999 гг.). Увеличилось число эмигрантов из бывшей Югославии, стран Центральной Европы и стран СНГ. Это обусловлено теми политическими и экономическими изменениями, которые произошли в начале 90-х гг. в мировой социалистической системе. Страны, куда мигрирует большинство людей, — Германия, Израиль и США. В Западной Европе положительное сальдо миграций превосходит естественный прирост, однако первой страной мира по масштабам иммиграции остаются США, где ежегодно число легальных иммигрантов достигает 0,5 млн. человек и еще сотни тысяч людей прибывают и оседают нелегально.■

Среди стран мира по величине иммиграции в первой половине 90-х гг. XX в. первенствуют США и Германия. Среди других государств по величине активного сальдо иммиграции выделяются Канада, Израиль, Австралия, Франция и другие, но вместе с тем в эти годы огромные массы беженцев вернулись в Афганистан, Йемен, Мозамбик и некоторые другие страны после окончания гражданских войн. Продолжается переселение русских и украинцев в Российскую Федерацию и Украину после распада СССР. Необычайно велики потери населения от эмиграции в эти годы в таких странах, как Пакистан (отрицательное сальдо в 2,3 млн., часть афганцев вернулась на родину), Руанда и Малави (с этих территорий вернулось более 1 млн. беженцев в соседние страны). Казахстан потерял 0,9 млн., а Босния и Герцеговина, где продолжалась межнациональная война, — 0,8 млн. По-прежнему значительно отрицательное сальдо миграции у стран — поставщиков рабочей силы: Мексика — 1,6 млн., Филиппины — 0,9 млн., Китай, Индонезия, Таиланд и Иран — по 0,7 — 0,8 млн.■





Миллионы людей в мире ведут кочевой образ жизни, т. е. постоянно перемещаются. Это обусловлено характером хозяйства и образом жизни. Кочевничество наиболее распространено в Сахаре — зоне полупустынь и саванн к югу от пустынь Северной Африки.

В начале 90-х гг. XX в. развитые страны (Европа, Северная Америка и Австралия) ежегодно имели положительное сальдо миграций в 1,8 млн. человек. В Европе сальдо миграций более чем в 2 раза превышало естественный прирост, а население Северной Америки за счет миграций увеличилось в эти годы на 32%, в Океании — на 26%. Вместе с тем в Африке южнее Сахары и в Южной Америке миграция носит внутриконтинентальный характер: люди направляются в соседние страны, где более высокие темпы развития экономики. Роль этих регионов мира в передвижениях людей между континентами мала. В целом в конце XX в. доминируют по числу международных эмигрантов страны Азии.■

Трущобы, как правило, удел некоренного населения.

Миграции населения России

Миграции всегда играли очень важную роль в истории России. В IX — XII вв. славянские народы Древней Руси постепенно заселяли земли в бассейнах Оки и Верхней Волги, а затем в XIII — XV вв. и другие районы в центре Восточной Европы. Заселение шло главным образом в северном направлении. В XIV — XVIII вв. русские мигрировали в южные и юго-восточные степи. Эти переселения чаще всего были стихийными, связанными с бегством от помещиков на «вольные земли», а некоторые были организованы правительством России (образование казачьих войск).

Дореволюционные миграции по преимуществу носили характер аграрной колонизации. В советский период на первый план вышли миграции, связанные с промышленно-городским развитием Сибири и Дальнего Востока, союзных республик СССР. Центральная Россия в обмене с азиатской Россией и нерусскими районами Российской империи (или СССР) в XX в. отдавала населения больше, чем принимала. В то же время Россия (СССР) была источником крупных миграций в Северную Америку и Западную Европу. За первые 15 лет XX в. Россию покинули по экономическим причинам 2,5 млн. человек, по политическим соображениям в период гражданской войны и в ходе Второй мировой войны мигрировало несколько миллионов человек.■

Во второй половине и особенно в конце XX в. масштабы иммиграции значительно увеличились. До 1975 г. численность населения России выросла за счет относительно высокого естественного прироста, который перекрывал поток переселенцев в другие республики СССР. В 1975 — 1990 гг. рост населения России шел за счет прироста и примерно на 1/4 за счет притока из других республик. Начиная с 90-х гг., когда в результате распада СССР начался экономический и политический кризис и были введены новые нормы миграционной политики, обеспечившие свободу мест проживания и въезд и выезд из страны, динамика населения нашей страны резко изменилась. С 1992 г., когда началась естественная убыль населения, единственным позитивным источником динамики населения в нашей стране остались переселения.■



Основную часть мигрантов, направляющихся в Россию, поставляет репартация русских из бывших республик СССР, которая носит в основном вынужденный характер вследствие этнической дискриминации и нарушения прав человека (ограничение сферы использования русского языка, огра-

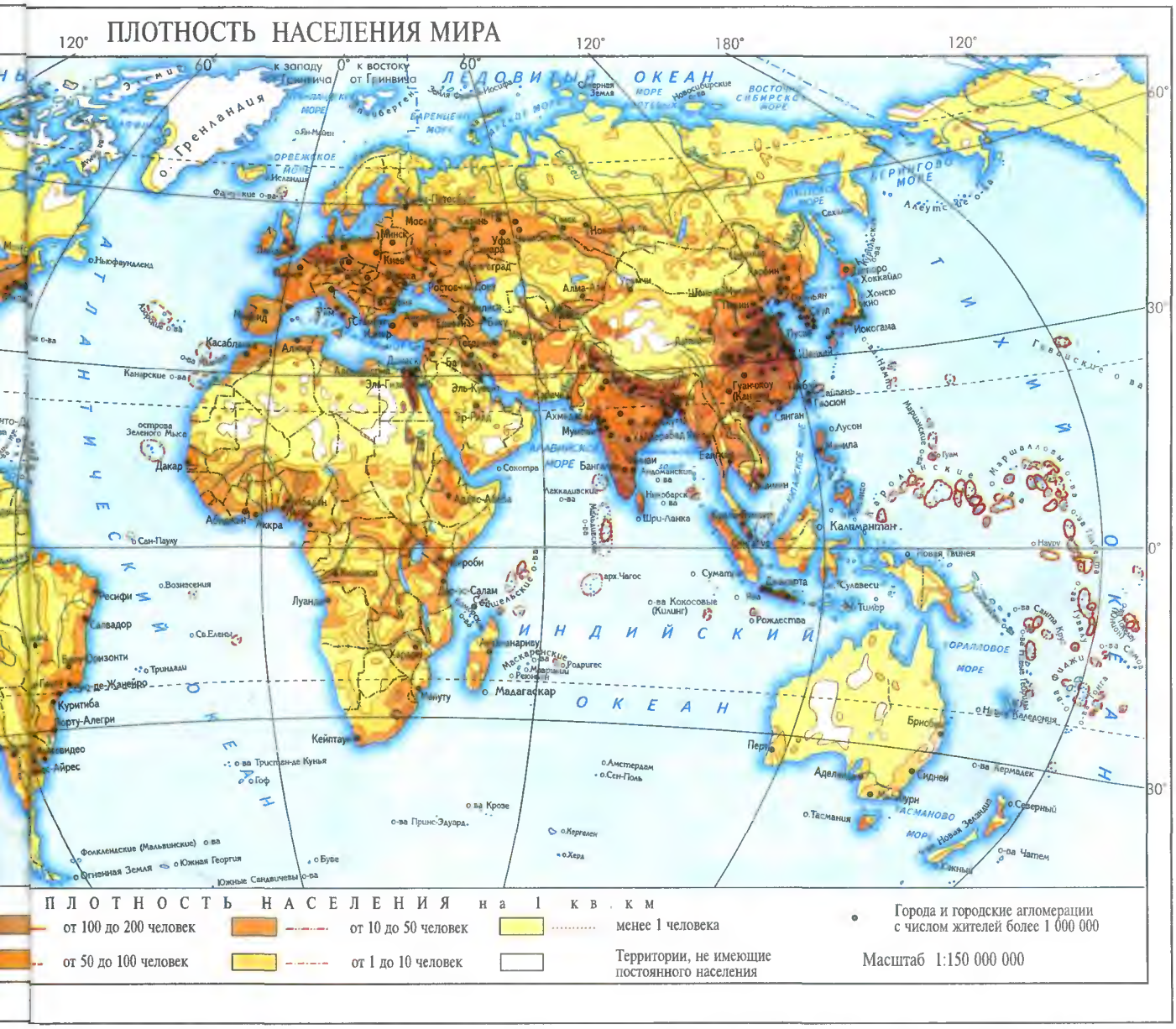
Всего из центральной части России в 1796 — 1916 гг. переселилось на ее окраины 12,6 млн. человек, из них 4,4 млн. — в Сибирь и на Дальний Восток. Эти миграции прежде всего служили колонизации слабозаселенных завоеванных земель и усиливали влияние Москвы на присоединенных к империи уже заселенных и освоенных территориях.

За 1992 — 1999 гг. естественная убыль населения составила 5 млн. человек, а позитивное сальдо внешних миграций – 5 млн.■



Поток миграций внутри России направлен с северо-востока и севера страны в Центральный район. Северные территории федерации потеряли после 1990 г. около 1 млн. человек. По некоторым прогнозам, в будущем может возникнуть потребность пополнения трудовых ресурсов страны за счет иммиграции. Демографическая обстановка ограничивает возможности России пополнять население Дальнего Востока и Южной Сибири за счет собственных источников. Необходимо решать вопрос об отношении к китайской иммиграции.■

ничения в политических правах, вытеснение из сфер управления и интеллектуального труда и т. д.). Лишь с Украиной и Белоруссией — славянскими государствами у России существует примерно равный обмен населением. Наибольшее количество русских репатриантов дали Средняя Азия и Казахстан. В начале 1989 г. за пределами России в СССР проживали 25,3 млн. русских, из которых за 1992 — 1998 гг. выехало в Россию более 3 млн. человек. Если в странах СНГ не будут приняты прогрессивные законы в отношении национальных меньшинств, то суммарный потенциал русской репартации в Россию в ближайшие 5 — 10 лет будет равен 2,5 — 3 млн. человек. В Россию возвращаются представители и других народов — татары, немцы. Десятки тысяч человек проживают в России легально в качестве беженцев, другие же — в основном беженцы из Китая, Азербайджана, Афганистана, Ирана, Анголы, Турции (курды) – нелегально.■


ПЛОТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ МИРА
ПЛОТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ на 1 кв. км
от 100 до 200 человек
от 50 до 100 человек
от 10 до 50 человек
от 1 до 10 человек
менее 1 человека
Территории, не имеющие постоянного населения
Города и городские агломерации с числом жителей более 1 000 000
Масштаб 1:150 000 000
ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН
ТИХИЙ ОКЕАН
АТЛАНТИЧЕСКИЙ ОКЕАН
ИНДИЙСКИЙ ОКЕАН
Гренландия
Исландия
Мадагаскар
Австралия
Новая Зеландия
Япония
Филиппины
Индонезия
Калимантан
Новая Гвинея
Шри-Ланка
Сахалин
Хоккайдо
Хонсю
Тайвань
Лусон
Суматра
Сулавеси
Тимор
Тасмания
Перт
Сидней
Брисбен
Аделаида
Дакар
Лагос
Аккра
Луанда
Кейптаун
Рио-де-Жанейро
Буэнос-Айрес
Монтевидео
Сальвадор
Куритиба
Порту-Алегри
Белу-Оризонти
Ресифи
Москва
Минск
Киев
Санкт-Петербург
Мурманск
Архангельск
Новосибирск
Якутск
Магадан
Петропавловск-Камчатский
Анадырь
Хабаровск
Владивосток
Пекин
Шанхай
Гуанчжоу (Кантон)
Иокогама
Осака
Нагоя
Сеул
Пусан
Пхеньян
Ташкент
Алма-Ата
Уфа
Ростов-на-Дону
Волгоград
Казань
Челябинск
Омск
Новосибирск
Красноярск
Иркутск
Чита
Хабаровск
Якутск
Норильск
Тикси
Мирный
Беринга море
Охотское море
Японское море
Восточно-Сибирское море
Лаптевых море
Карское море
Баренцево море
Норвежское море
Берингов пролив
Северная Земля
Новосибирские о-ва
Земля Франца-Иосифа
Шпицберген
Ян-Майен
Фарерские о-ва
Ньюфаундленд
Канарские о-ва
Азорские о-ва
Зеленого Мыса острова
Сокотра
Маскаренские о-ва
Сейшельские о-ва
Коморские о-ва
Кокосовые (Килинг) о-ва
Рождества о-в
Чагос арх.
Амстердам о-в
Сен-Поль о-в
Кергелен о-в
Херд о-в
Крозе о-ва
Принс-Эдуард о-ва
Тристан-да-Кунья о-ва
Гоф о-в
Буве о-в
Южная Георгия о-в
Южные Сандвичевы о-ва
Фолклендские (Мальвинские) о-ва
Огненная Земля о-в
Маршалловы о-ва
Гуам о-в
Науру о-в
Самоа о-ва
Фиджи о-ва
Новая Каледония о-в
Северный о-в
Чатем о-ва
Кермадек о-ва
Беринга о-в
Медный о-в
Командорские о-ва
Курильские о-ва
Хонсю о-в
Хоккайдо о-в
Сахалин о-в
Шикотан о-в
Кунашир о-в
Итуруп о-в
Парамушир о-в
Шумшу о-в
Камчатка п-ов
Чукотский п-ов
Таймыр п-ов
Ямал п-ов
Новая Земля о-ва
Земля Франца-Иосифа о-ва
Северная Земля о-ва
Новосибирские о-ва
Врангеля о-в
Гавайские о-ва
Алеутские о-ва
Мариинские о-ва
Каролинские о-ва
Палау о-ва
Молуккские о-ва
Малайский п-ов
Суматра о-в
Ява о-в
Бали о-в
Тимор о-в
Сулавеси о-в
Калимантан о-в
Филиппинские о-ва
Лусон о-в
Тайвань о-в
Хайнань о-в
Шри-Ланка о-в
Мальдивские о-ва
Лаккадивские о-ва
Андаманские о-ва
Никобарские о-ва
Коморские о-ва
Маскаренские о-ва
Сейшельские о-ва
Чагос арх.
Кокосовые (Килинг) о-ва
Рождества о-в

Состав населения

Возрастной и половой состав населения — показатель развития общества. Существенное влияние на него оказывают войны, миграции. В свою очередь возрастной и половой состав определяет трудовой потенциал населения, число школьников, пенсионеров, воинов и т. д. Это важный показатель для прогноза дальнейшего воспроизводства поколений.

В большинстве развивающихся стран с высокой рождаемостью и смертностью и низкой продолжительностью жизни населения отмечается очень высокий процент детей от 0 до 14 лет и низкий процент людей пожилого возраста (65 лет и старше). В странах, где отмечается низкая рождаемость и смертность, но высокая продолжительность жизни людей, процент детей невелик, а процент пожилых людей значителен.

Доля детей в населении стран Африки превышает 40%, а в Ливии и Мали составляет 50% всего населения. В экономически развитых странах доля детей колеблется от 1/5 до 1/4, но зато здесь высок процент пожилых людей. Например, в Германии и Швеции эти две возрастные категории почти равны. Поскольку средняя продолжительность жизни растет, население мира стареет. (Средний возраст жителей Земли в 1985 г. был 23,4 года, а теперь — 25,5 года.) А это значит, что изменяется соотношение групп людей в трудоспособном и пенсионном возрастах в пользу последних.■

Какие же факторы влияют на соотношение полов? Известно, что мальчиков рождается на 5 — 6% больше, чем девочек, а поскольку смертность среди мальчиков выше, то к 18 — 20 годам обычно соотношение полов выравнивается. Существуют также различия в средней продолжительности жизни мужчин и женщин. Войны, на которых гибнут преимущественно мужчины, всегда во всем мире приводили к катастрофическому дисбалансу в соотношении полов.

Таким же негативным фактором можно считать и миграции населения. Обычно мужчины более склонны к перемене места жительства, но под влиянием разных социально-экономических факторов половой состав мигрантов может сильно изме-



Уровень жизни в Японии — один из самых высоких в мире, а потому и смертность среди детей и стариков значительно ниже, чем во всем мире.

Массовая иммиграция порождает во многих странах множество проблем — рост безработицы и преступности, национальные конфликты, деградацию нравов. В связи с этим в странах иммиграции ужесточается контроль за пересечением границ, принимаются дополнительные меры против нелегальной иммиграции.■



Возрастной состав населения — показатель уровня развития страны.

Разрешения на иммиграцию получают преимущественно члены воссоединяющихся семей, политические беженцы и те высококвалифицированные специалисты, в которых заинтересована принимающая страна; почти прекращен импорт неквалифицированной рабочей силы. Подобную политику селективной иммиграции проводят, например, Канада, Австралия, Аргентина.■



В странах Африки доля детей выше 40%.

няться. Например, характер экономики предъявляет разный спрос на мужской и женский труд.

В 2000 г. на Земле мужчин было на 51 млн. больше, чем женщин, однако во многих странах, особенно в Европе, значительное большинство составляли женщины. Общее преобладание мужчин на планете объясняется их избытком в Китае – 37 млн. Это следствие неравного положения китайских женщин в прошлом и повышенной смертности среди девочек и женщин. Перевес мужчин наблюдается и в Пакистане, Бангладеш, Афганистане, Египте и некоторых других странах Азии и Северной Африки. В Кувейте мужчин больше, чем в любой другой стране мира (56%), поскольку здесь значительная часть жителей — рабочие-иммигранты. Женщины до сих пор преобладают в тех странах, которые наиболее пострадали в годы Второй мировой войны, и там, где отмечается более высокая продолжительность их жизни, например, на Украине, в России и Германии.

В экономически развитых странах мужчин в сельской местности обычно несколько больше, чем женщин, так как в условиях высокомеханизированного сельского хозяйства основные работы выполняют мужчины, а многие женщины в этих странах работают в сфере обслуживания в городах. В развивающихся странах быстрорастущие города привлекают прежде всего мигрантов-мужчин, поэтому процент женщин, проживающих в сельской местности, там выше, чем мужчин.■

В ближайшие десятилетия средний возраст населения планеты к 2050 г. превысит 36 лет. Если в половом составе населения мира не предвидится кардинальных сдвигов, то в его возрастной структуре ожидаются существенные изменения. Уже к середине XXI в. в возрастном составе населения планеты на 1/3 сократится удельный вес детей (0 – 14 лет) и, наоборот, более чем в 2 раза увеличится доля шестидесятилетних и старше.■



Весь мир был потрясен жестоким этническим конфликтом, который произошел в 1994 г. в Руанде между племенами тутси и хуту. В результате крайнего разгула насилия в этой стране, где проживали 8 млн. человек, за короткий срок было уничтожено от 500 тыс. до 1 млн. человек. Спасая свою жизнь, около 2 млн. руандийцев и берундийцев бежали в соседние страны – Заир, Танзанию и Бурунди. Это самое массовое и быстрое перемещение беженцев в современной истории.■



Для 50 млн. коренных жителей влажных тропических лесов (в том числе и пигмеев) экологической катастрофой является уничтожение их среды обитания.

Житель Малайзии Омар Абас утверждает, что ему 141 год и он значительно превосходит тех жителей страны, которые возглавляют список долгожителей. В архивах сохранились документы о том, что Омар Абас родился именно в сентябре 1857 г. Свое долголетие этот долгожитель объясняет тем, что он вел простой образ жизни, потреблял много овощей и фруктов. Кстати говоря, его жена достигла 100-летнего возраста. В Америке рекорд долгожителя принадлежит 118-летней Саре Кнаусс. А в Европе старшей жительницей является 116-летняя Янина Ирковская, проживающая в Варшаве.■

Против расизма и колониализма выступал **Н. Н. Миклухо-Маклай** (1846 — 1888), русский этнограф, изучавший коренное население Юго-Восточной Азии, Австралии и Океании, в том числе жизнь папуасов на северо-восточном берегу Новой Гвинеи (ныне берег Миклухо-Маклая).■

О степени сложности национального состава населения говорят цифры представительства самого крупного народа. Например, в Индии хиндустанцы составляют менее 35% населения страны; в Индонезии яванцы — 40 — 50%; в Боливии боливийцы — 30 — 40%; в Боснии и Герцеговине славяне-мусульмане — 40 — 50%; в Кот-д'Ивуаре народ бете — менее 20%; в Демократической Республике Конго луба — тоже 20% всего населения.■



Индия — страна с весьма разнообразным этническим составом.

В мире проживают семь народов численностью свыше 100 млн. человек каждый. В совокупности они составляют более 40% населения мира. Это китайцы (хань) — 1120 млн.; хиндустанцы — 240 млн.; американцы США — 205 млн.; бенгальцы — 200 млн.; бразильцы — 150 млн.; русские — 150 млн. и японцы — 123 млн. человек (1992 г.).■

Расы и национальности

Расы — группы людей, объединенные общностью происхождения и сходством внешних физических признаков (цвет кожи, черты лица, длина тела и т. д.), сложившихся под влиянием климата и других особенностей природной среды. На расовые (антропологические) признаки большое влияние оказывают и социально-экономические условия. Так, например, в результате существенного повышения уровня жизни населения в Японии за последние 30 лет средний рост японцев увеличился на 10 см.

Благодаря активным контактам между представителями разных рас происходит постепенное их смешение, формируются новые расовые формы. Многие народы состоят из людей разных рас (например, кубинцы, бразильцы), и, наоборот, представители одной расы часто разделены на многочисленные народы. Наукой давно доказана биологическая и социально-культурная полноценность всех рас и смешанных групп людей и полная несостоятельность антинаучных концепций расизма. Население мира делится на три большие расы.

Для **европеоидов** (подавляющая часть населения Европы, Австралии, большая часть населения Америки, население Африки к северу от Сахары, Передней – Западной Азии и Индостана, Сибири) характерны светлая кожа, мягкие и волнистые волосы, узкий и резко выступающий нос, тонкие губы и т. д. Они составляют около 42% населения мира.

Монголоидная раса (азиаты, индейцы Америки) характеризуется желтоватой кожей, прямыми черными волосами, слабо выступающим носом и скулами. Представителей этой расы – около 35%, они распространены в Восточной, Центральной и Юго-Восточной Азии, в Сибири. К ним относятся и индейцы Америки.

Экваториальная раса (негро-австралоидная) — 9% населения мира, распространена в тропических зонах Африки, в Южной и Юго-Восточной Азии, Океании. Люди этой расы имеют темный цвет кожи и глаз, курчавые или волнистые волосы, широкий нос, толстые губы.

Смешанные и переходные расы составляют около 14% населения мира. Они наиболее широко распространены среди жителей Латинской Америки. Например, метисы – потомки, рожденные от браков между индейцами и переселенцами-европейцами, преобладают ныне в Мексике и Венесуэле. Мулатов — потомков от браков между европейцами





Юные представители монголоидной и экваториальной рас.



Монгольский пастух. С монголоидным типом европейцы познакомились не ранее IVв. (эпоха нашествия гуннов).

и неграми – много на Кубе и в Гваделупе. Встречаются и самбо — потомки, рожденные от браков индейцев с неграми или мулатами. Расовая структура бразильского народа, например, такова (%): белые — 54; мулаты — 22; метисы — 12, негры — 11 и др.■

В конце XX в. не только произошел значительный рост национального сознания, но и серьезно обострились конфликты на национальной почве в результате распада многонациональных государств. Межплеменные конфликты нередко сопровождались большим числом жертв и увеличивали миграционный поток. Одна из важных задач экономической и социальной географии — исследование этнического состава населения, знание этнических процессов, происходящих в «горячих» точках планеты.■

Более 45% населения мира говорят на языках индоевропейской семьи (большинство населения России, Европы, Америки, Южной Азии, Австралии); 23% — на языках китайско-тибетской семьи; 6% человечества используют языки нигеро-кордофанской семьи (главная группа — конго) и 6% семито-хамитские (афроазиатские) языки (главный из них — арабский).■

К наиболее распространенным языкам мира принадлежат (млн. человек): китайский (1200), английский (450), хинди и урду (350), испанский (300), русский (240), бенгальский, индонезийский и арабский (170), японский (123), немецкий и французский (100). На этих 12 языках говорят почти 2/3 населения мира. Шесть из этих языков (английский, французский, испанский, русский, арабский и китайский) являются официальными и рабочими языками ООН.■

Народ (или этнос) — исторически сложившаяся общность людей, имеющая единый язык, единую территорию, единый уклад хозяйственной жизни и культуры, свое национальное самосознание. У народов, находящихся на более низких ступенях развития (племена, группы племен), эти черты выражены слабее, чем у народов, представляющих собой более крупные и высокоорганизованные формы этнической общности — народности и нации. В мире насчитывается более 5 тыс. народов. Формы этнической общности меняются и усложняются по мере развития человеческого общества, и в настоящее время в мире существуют разнообразные формы этносов — от племен до наций. Например, в Европе формирование наций давно уже завершено, а в некоторых развивающихся странах (в Афганистане, Мавритании) еще широко представлены племена. Национальный состав населения мира постоянно эволюционирует в результате как естественного движения и миграции этносов, так и процесса их **консолидации** и **ассимиляции**. (Консолидация — слияние нескольких родственных этнических общностей в одну на основе взаимопереплетения их национальных черт, а ассимиляция — утрата этносами или отдельными людьми родного языка и национального самосознания в результате длительного общения с другими, зачастую более крупными этносами, растворение этнических групп в многонациональной среде.)
Определение национального состава населения — дело сложное, так как четкие грани между народами иногда отсутствуют. Большинство стран мира многонациональны. Например, очень сложным и разнообразным в этническом отношении составом отличается население России, Индии, Индонезии, Китая, Афганистана. Во многих странах преобладает одна нация, но значительную часть составляют и национальные меньшинства. Такова этническая структура населения в Европе и на территории России, в Азии — во Вьетнаме, Шри-Ланке и Ираке; в Америке — в США.■



Однонациональные страны широко представлены в Европе — Португалия, Норвегия, Польша, Венгрия, Греция. В Азии такими странами являются Япония, Бангладеш, две Кореи, Саудовская Аравия; в Африке — Мадагаскар, Египет и Тунис; в Америке —

В лесах Бразилии до сих пор живет одно из древнейших и крупнейших индейских племен — яномами (около 10 тыс. человек). Их владения постепенно сокращаются в результате вырубки леса. Золото и алмазы притягивали на земли яномами старателей, которые в разработках использовали ртуть и отравили значительную часть речной системы Амазонки. Кроме того, белые пришельцы занесли сюда болезни, доселе неведомые жителям лесов и к которым у них нет иммунитета.

В результате половина коренного населения яномами страдает от болезней. Они находятся на грани вымирания.■



Трагедия яномами и судьба природы Амазонки вызвали протест во всем мире. Власти Бразилии в 1991 г. издали распоряжение об организации природного заповедника для яномами на 9,4 млн. га.■





Куба, Бразилия и Колумбия. Некоторые народы живут в пределах двух и более государств (например, русские, курды, албанцы и т. д.). Во многих странах требует демократического решения судьба небольших коренных этносов, которые ведут преимущественно племенной образ жизни (всего их в мире около 500 с населением 300 млн. человек) и, став меньшинством в результате европейской колонизации, отстаивают право жить по своим обычаям и традициям, говорить на языке своих предков. Это племена индейцев в США и Амазонии, бушмены и пигмеи в Африке, некоторые народности на севере Канады и в России, в Австралии и Новой Зеландии и др.

К числу своеобразных народов мира относятся племена пигмеев (всего 200 тыс. человек). Они отличаются малым ростом (в среднем – около 145 см), обитают в тропических лесах Центральной Африки, протянувшихся от Камеруна до Бурунди, и все еще ведут традиционный образ жизни. Мужчины охотятся с помощью луков и стрел и мастерски лазят по деревьям в поисках меда диких пчел. Женщины собирают дикорастущие ягоды, грибы, съедобные корни и травы, а также гусениц, богатых белком: это для них – особое лакомство. Пигмеи строят свои хижины из листьев и тростника, ловят рыбу, сооружая запруды на ручьях и реках; из дикого винограда плетут охотничьи сети. У них нет понятий о богатстве и накопительстве — выжить бы! Существование пигмеев находится под угрозой, поскольку лесорубы и фермеры уничтожают леса, без которых пигмеи погибнут. Численность этих племен сокращается.■

Этногеографическое изучение всякой населенной территории предполагает найти ответы на следующие основные вопросы: каковы национальный состав населения и типы народов (этносов)? Каково соотношение численности основных народов и национальных меньшинств? В чем особенности размещения народов на данной территории? Какова степень их компактности? Какова степень их дисперсности (степень раздробленности)? Каково состояние национального вопроса, правового и общественного положения народов, их взаимоотношений? Чем характеризуется динамика численности народов и национального состава населения в целом? Каковы перспективы развития отдельных народов и национальных отношений? Как решается национальный вопрос?

Чтобы не дать погибнуть малочисленным народам, ООН объявила 1995 — 2004 гг. международным десятилетием помощи малочисленным и неравноправным коренным народам мира.■



Наряду с национальным самосознанием основным элементом этнического единства является язык, который служит главным инструментом общения людей. Вот почему наука чаще всего классифицирует народы по их языковой принадлеж-

ности (с учетом родственности происхождения языков). По этому признаку все народы мира распределяются между языковыми семьями и группами, которые, в свою очередь, делятся на ветви. Есть языки и обособленные (например, японский, язык басков).

В мире насчитывают примерно 4 — 5 тыс. языков. Точную цифру назвать невозможно, поскольку многие родственные языки и диалекты одного языка подчас различаются чисто условно. Некоторые народы говорят на одинаковых языках, например, испанский язык является родным не только для испанцев, но и для большей части народов Латинской Америки. Одни языки развиваются, становятся все более распространенными (например, английский), другие теряют свое былое значение. Самое большое разнообразие языков (свыше 500) — на острове Новая Гвинея, где проживает множество самобытных племен.

Значительная часть языков малоразвитых народов не имеет письменности, и в то же время все большее число жителей в мире говорит на двух либо нескольких языках. Двуязычие особенно распространено в многонациональных странах, где национальные меньшинства помимо родного обычно пользуются языком наиболее многочисленной и господствующей нации.■

Во многих странах религия и религиозные предрассудки оказывают большое влияние на политическую и экономическую жизнь, на быт, обычаи и культуру, нормы морали людей, на демографические и этнические процессы. Религии делятся на родо-племенные (языческие), местные (распространенные в отдельных странах) и мировые, т. е. широко распространенные на Земле. Примитивные религиозные верования (магия, тотеизм, фетишизм, анимизм и др.) сохранились у народов Экваториальной Африки, индейцев Амазонии, части жителей Океании. Люди обожествляют идолов, талисманы, силы природы, культ предков и т. д. Уже во II тыс. до н. э. начинают появляться более сложные религии, в основе которых лежит культ единобожия. Мировых религий три — буддизм, христианство и ислам. Древнейшая из мировых религий — буддизм. Он возник в VI в. до н. э. в северной Индии. Его основателем считается индийский царевич Гаутама, получивший впоследствии имя Будды, т. е. пробужденного, просветленного. Около 250 млн. человек исповедуют буддизм, главным образом в странах Юго-Восточной Азии. Особенно сильные позиции сохраняет южная ветвь буддизма в Шри-Ланке, Таиланде, Лаосе. Северная ветвь буддизма (ламаизм) получила распространение в Тибете, Монголии, а в России — в Бурятии и Калмыкии. В начале новой эры на востоке Римской империи, в Палестине, появилось христианство. В IV в. оно становится государственной религией Римской империи.

В 1054 г. эта религия разделилась на два направления: православие и католицизм. В результате так называемой Реформации в XVI в. от католиков откололись протестанты, отвергшие власть папы римского и ставшие третьей ветвью христианства.■



В Таиланде, Лаосе, Шри-Ланке преобладающая часть населения исповедует буддизм.

Приверженцев христианства на Земле более 1 млрд. человек (в том числе католиков – 600 млн., протестантов – 300 тыс., приверженцев православной веры — 100 млн. человек).

Ислам возник в VII в. на Аравийском полуострове. Основателем ислама считают Мухаммеда (около 570 — 632) и почитают его как пророка. Эту религию называют магометанством или мусульманством. В 28 странах ислам — государственная религия (Египет, Иран, Ирак, Афганистан, Пакистан, Саудовская Аравия, Марокко и др.). В России его влияние велико в Татарстане, Башкортостане, Дагестане, Чечне и в некоторых других регионах.

Число приверженцев разных религий неодинаково и изменчиво.■

Миграции религиозных людей – паломничество к святым местам для общения с Богом – своими корнями уходят в глубокую древность. Общее число ежегодных паломников в мире – примерно 90 – 150 млн. человек. Больше всего паломников у приверженцев ислама: около 2 млн. мусульман каждый год совершают хадж – паломничество в Мекку и Медину (в Саудовской Аравии). В Мекке родился Мухаммед, здесь расположена главная мечеть всего мусульманского мира Масджид-аль-Харам, а в Медине похоронен Мухаммед. Паломничество мусульман носит массовый характер, так как среди главных обязанностей ислам предписывает мусульманину пятикратную в сутки молитву, исполнение постов и хадж в Мекку. Во время обряда жертвоприношения каждый мусульманин должен забить барана и его мясо отдать бедным, для этого Саудовская Аравия ежегодно закупает в Австралии и Новой Зеландии более 20 тыс. жертвенных баранов.

Паломники-христиане в основном направляются в Ватикан, куда ежегодно прибывает более 5 млн. богомольцев. Особенно много их стекается в так называемый «святой город», когда каждый верующий, пробывший в Ватикане 15 дней, получает полное отпущение грехов. Доля атеистов в мире – 25 – 30%.■

Народы России

Огромное внимание уделял изучению населения России **М. В. Ломоносов** (1711 — 1765) — первый русский ученый-естествоиспытатель мирового уровня.
В своих трудах он говорил о необходимости мер, способствующих росту численности населения, о необходимости увеличить число докторов и аптек, чтобы снизить детскую и общую смертность, о необходимости повышения культуры российских людей. Именно в них «состоит величество, могущество и богатство всего государства, а не в обширности, тщетной без обитателей».■

По данным переписи 1989 г., в России проживают представители 130 народов. В их число входят как народы, непосредственно живущие в пределах РФ (русские, татары, башкиры и др.), так и представители населения ближнего зарубежья — бывших союзных республик СССР (украинцы, белорусы, казахи), а также представители населения стран дальнего зарубежья (немцы, евреи, поляки и др.). Главным, основным народом Российской Федерации являются русские, составляющие 81,5% всего населения. Другие наиболее многочисленные народы, живущие в России: татары (3,8%), украинцы (3,0%), чуваши (1,2%), народы Дагестана (1,2%, среди них аварцы — более 0,5 млн. человек) и башкиры (0,9%).



После распада СССР в 90-х гг. XX в. в национальном составе населения России произошли значительные изменения. Национальный состав страны стал более однородным в результате иммиграции миллионов русских из других стран СНГ и эмиграции за рубеж значительной части немцев, евреев, греков, армян, корейцев. Народы РФ в своем большинстве помимо своего национального языка владеют и русским языком — языком межнационального общения. Русские особенно преобладают на северо-западе, в центральных и центрально-черноземных областях европейской части Российской Федерации. Другие народы России, имеющие свои национально-государственные образования, компактно проживают на своей территории, однако многие из них – мордва, татары, марийцы – свободно живут в России.



Ведущими религиями верующего населения России являются православие и ислам. Православную религию исповедуют русские, украинцы, белорусы, чуваши, мордва, марийцы, удмурты, коми, карелы, осетины, якуты. Приверженцами ислама являются татары, башкиры, народы Дагестана, чеченцы, кабардинцы, ингуши, адыгейцы, казахи. Среди верующих бурятов и калмыков преобладают буддисты-ламаисты, среди евреев – почитатели иудаизма.■

По языковой принадлежности народы России относятся к четырем языковым семьям: индоевропейской (около 90% населения), алтайской (7%), кавказской и уральской (примерно по 2%). Среди народов



Русские составляют 81,5% всего населения Российской Федерации.



индоевропейской семьи по своей численности выделяются русские – самая большая в мире нация в славянской группе народов. Среди российских народов особое место занимают малочисленные народы Сибири и Дальнего Востока. Их более 20, общая их численность — около 200 тыс. человек. Среди них – ханты (23 тыс.) и манси (6 тыс.) в Западной Сибири; нганасаны (800 человек) в центре полуострова Таймыр; чукчи (15,1 тыс.) на Чукотском полуострове; коряки (8 тыс.) на Камчатке; удэгейцы (2,1 тыс.) в горных районах Приморского и Хабаровского краев, шорцы (1 тыс.) в Кемеровской области. Коренные народы Севера — это уникальная группа народов России. В большинстве своем они ведут традиционный образ жизни, связанный с кочевым хозяйствованием и природопользованием.■

Аборигенные народы с древних времен заселяли огромные территории (примерно 3/4 территории России), где до сих пор практически отсутствует инфраструктура транспорта, связи и энергетики. В районах своего исконного, исторического проживания малочисленные народы Севера в конце XX в. оказались в абсолютном меньшинстве.

Несмотря на то что с 1991 г. по проблемам коренных малочисленных народов Севера приняты правовые нормы более чем в 30 федеральных законах, именно эта категория народов по уровню социальной и правовой защищенности остается наиболее уязвимой.

Так, по сравнению со среднероссийскими номинальные доходы аборигенов в 2 — 3 раза ниже, в то время как жизнь на Севере в несколько раз дороже; только, по официальным данным, в настоящее время 25 – 30% трудоспособного населения Севера являются безработными; коэффициент младенческой смертности стал в 1,7 раза выше, а средняя продолжительность жизни людей ниже, чем в европейской части.

Одна из объективных причин ухудшения положения аборигенов Севера — неприспособленность местного населения к новым условиям жизни. В результате изменились традиционные семейные установки на многодетность, снижается уровень брачности коренных народов, много предпосылок, разрушающих стабильность семей.

Политика ускоренного промышленного освоения Севера и интенсивного включения его коренных народов в единую общехозяйственную систему страны проводилась без учета исторических, культурных и психоэмоциональных особенностей их развития, без соответствующей социально-этнической и этнокультурной экспертизы веками накопленного опыта природопользования. Все это поставило аборигенов Севера перед острыми социально-экономическими и демографическими проблемами.■

Активно участвовал в организации первой всеобщей переписи населения России в 1897 г. **П. П. Семенов-Тян-Шанский** (1827 — 1914) — российский географ и статистик, общественный деятель, почетный член Петербургской академии наук, организатор и участник многих экспедиций (в том числе на Тянь-Шань), редактор и автор полного географического описания нашего Отечества в 19 томах.

Центральное место в трудах П. П. Семенов-Тан-Шанский уделял описанию населения в разных частях страны.■



Удэгейцы — маленький народ, живущий на Дальнем Востоке в Приморском и Хабаровском краях в тайге и вдоль русла больших рек. Численность — 2,1 тыс. человек, имеют свой язык, большим влиянием пользуются шаманы. Главные отрасли хозяйства — рыболовство и охота. **В. К. Арсеньев** (1872 — 1930) — исследователь Дальнего Востока, этнограф и писатель в своих книгах «По Уссурийскому краю» и «Дерсу Узала» замечательно описал природу края и жизнь удэгейцев.■



По мере развития прогресса в экономике масштабы использования детского труда в мире, особенно в беднейших странах, стали сокращаться. Однако эксперты ООН считают, что в 1999 г. около 250 млн. детей в возрасте от 10 до 15 лет не посещали школу, а работали. Многие подростки, обучаясь в школе, имеют временную работу, а поскольку они не достигли трудоспособного возраста, то их труд государственными органами по труду не учитывается — это так называемый черный рынок детского труда, и работающие дети в своих и чужих семьях ограничены в установленных социальных льготах. В частности, это касается продолжительности рабочего дня, отпусков и т. д. Они часто трудятся в экологически неблагоприятных условиях и особенно сильно эксплуатируются предпринимателями.■

Девочек работает больше, чем мальчиков. Наибольшей величины этот разрыв достигает в Южной Азии, где разница составляет 12%. Дети работают по найму и в своей семье в сельском хозяйстве, в промышленности и других сферах труда. Так, например, в Пакистане, Иране и Марокко девочки заняты производством ковров с 7 — 8 лет. Многие из них работают няньками и прислугой. Наибольший процент трудящихся подростков в возрасте 10 — 14 лет отмечен в Бурунди, Нигере и других беднейших странах мира. Они составляют до 1/3 всех занятых в этих странах.■



Трудовой потенциал населения

В состав трудовых ресурсов входят как работающие люди, так и все другие категории трудоспособного населения, включая безработных, стремящихся найти работу, и всех других жителей (домохозяйки, учащиеся и т. д.), большинство которых потенциально также трудоспособно. В международной статистике к трудоспособному населению чаще всего относят людей в возрасте от 15 до 65 лет. Трудовые ресурсы планеты составляют 60 — 65% населения.

Трудовые ресурсы — это сумма людей, находящихся в трудоспособном (рабочем) возврасте (за вычетом инвалидов и других людей, не способных к труду), и работающих людей старше и младше трудоспособного возраста. При определении **трудовых ресурсов** прежде всего необходимо установить возрастные границы трудоспособности людей, которые в разных странах неодинаковы в зависимости от таких факторов, как, например, продолжительность обязательного школьного обучения, сроки его завершения и начала трудовой деятельности (нижний предел трудовой зрелости человека), границы пенсионного возраста (по старости), потребность государства в рабочей силе и т. д.■

В большинстве государств мира и в международной статистике для исчисления трудового потенциала широко используется понятие **«экономически активное население»** — ЭАН. «Рабочая сила» — это сумма работающих и желающих работать, т. е. зарегистрированных на биржах труда безработных. Очень трудно определить количество безработных в развивающихся странах, особенно в сельской местности и среди женщин. Об уровне массовой безработицы в развитых странах обычно судят по проценту безработных в рабочей силе. Например, в 1996 г. в среднем безработица в Японии составляла 3%, в США — 5%, в Западной Европе — 9%. В середине 90-х гг. XX в. общее число безработных в мире оценивалось в 120 млн. человек, еще 700 млн. человек были частично безработными, главным образом в развивающихся странах: эти люди обычно заняты малопроизводительным трудом (скрытая безработица). Безработица — одна из главных социальных проблем современного общества. Как правило, уровень безработицы в больших городах ниже, поскольку существует разнообразный рынок труда (Лондон, Париж, Москва), а наиболее высоким уровнем безработицы и скрытой безработицы отличаются экономически отсталые территории и районы, пораженные кризисом.

В 1996 г. к экономически активному населению относилось 45% человечества (57,5% среди мужчин и 32,3% среди женщин). Этот показатель (ЭАН) сильно отличается в разных странах. Его обусловливают как специфика демографической ситуации и статистики труда, так и особенности социально-экономического развития: от 28% в Египте до 53% в Японии. Это свидетельствует и об условности понятия «рабочая сила», и об отсутствии должного единообразия при ее исчислении. В

частности, низкий показатель ЭАН в арабских странах объясняется небольшой долей работающих женщин.

В 1995 г. 48% работающих во всем мире были заняты в сельском хозяйстве и в смежных областях (охота, рыболовство, лесное хозяйство), 17% — в промышленности и строительстве и около 35% — в остальных сферах занятости (непроизводственная сфера). Однако если в Северной Америке и Западной Европе промышленное население соответственно в 9 и 4 раза превышает сельскохозяйственное, то в развивающихся странах в сельском хозяйстве сосредоточено около 2/3 трудящихся. В самых отсталых странах (Бангладеш, Афганистан, Танзания) в сельском хозяйстве трудятся более 80% населения. В 90-х гг. XX в. число работников в мире возросло главным образом за счет непроизводственной сферы, а число и доля занятых в сфере материального производства сократились.



Повышение производительности труда в отраслях материального производства обусловило рост доли людей, занятых в непроизводственной сфере, общий социально-экономический прогресс человеческого общества и быстрое расширение многих форм обслуживания населения. Нельзя не учитывать и такой печальный факт: в мире — около 20 млн. военнослужащих, т. е. людей, оторванных от мирного, производительного труда. Еще больше людей занято в сфере обслуживания вооруженных сил. Соотношение численности гражданского занятого населения и остальных контингентов общества определяет экономическую «нагрузку» на каждого фактического работника.■

Проблема обеспечения рабочими местами считается первостепенной, глобальной проблемой в мире. Выход из создавшегося положения в развитых странах предполагается найти в том, чтобы развивать новые отрасли, перепрофилировать экономику в районах бедствий и сокращать рабочее время, а в развивающихся странах — широко внедрять трудоемкие технологии. Экономический рост должен составить от 5 до 8% в год, чтобы абсорбировать (от лат. absorbeo — поглощаю) ежегодный трехпроцентный прирост численности трудовых ресурсов, — цель, на достижение которой могут рассчитывать очень немногие страны. Весьма острой проблемой, особенно для развивающихся стран, становится разработка стратегии использования быстро растущего контингента рабочей силы, сдерживание дальнейшего роста многомиллионной армии безработных.

В России трудоспособный возраст для мужчин установлен от 16 до 60 лет, для женщин — от 16 до 55 лет. В Великобритании и Канаде к трудоспособному населению относят лиц с 15 лет, в Мексике и Португалии — с 12 лет, в ЮАР для белых — с 15 лет, а для банту — с 10 лет и т. д. Сроки выхода людей на пенсию в большинстве государств Восточной Европы, а также в Китае и Японии те же, что и в России. В некоторых малоразвитых странах общий пенсионный возраст не определен, так как всеобщее пенсионное обеспечение отсутствует. В международной статистике чаще всего рабочий возраст определяют от 15 до 65 лет.■



В ЮАР трудоспособный возраст для белых установлен с 15 лет, а для банту — с 10 лет.

После окончания учебных заведений перед молодежью встает важная и сложная задача — устройство на работу. Желательно трудоустроиться по профилю тех учебных заведений, которые они закончили, и иметь ту работу, которую они желают. Часто это не удается. Например, в США, Испании и Италии значительную часть безработных составляют лица в возрасте 15 — 20 лет. Если судить по статистическим данным, то в настоящее время в США легче всего получить работу не в сельском хозяйстве и промышленности, а прежде всего в сфере услуг: торговля, ремонт и прокат техники, общественное питание, а также программное обеспечение и компьютерная обработка материалов, информация. Отметим быстро растущее использование сети компьютеров. В настоящее время в мире насчитывается 2,5 млн. пользователей этой сетью, в том числе 26% — в США.■

Труд кустарей-ремесленников очень распространен в азиатских странах.



Грамотность населения

Грамотность населения — важнейший признак социального развития и культуры людей. В 1990 г., провозглашенном ООН Международным годом грамотности, началась реализация десятилетней программы глобального плана по искоренению неграмотности в мире. Одна из главных целей этого плана так и определялась — дать к 2000 году образование всем детям планеты.

Среди взрослого населения в мире — в возрасте от 15 лет и старше — в 1950 г. не умели читать и писать 45%; в 1990 г. их доля сократилась до 28%. В последующие годы число неграмотных в мире впервые стало быстро уменьшаться — и не только относительно, но и абсолютно.■



В развитых странах проблема образования давно решена. Там узаконено 12-летнее среднее образование и насчитывается всего лишь несколько миллионов функционально неграмотных людей — инвалидов, очень пожилых людей и тех, кто по разным причинам не окончил в детстве начальную школу (среди них много иммигрантов из развивающихся стран). В развивающихся странах неграмотные составляют большую часть населения, особенно их много среди пожилых людей, женщин и сельских жителей. Среди взрослого населения мира в 2000 г. неграмотные люди составляют 20 — 24%. Около 1/2 из них приходится на Индию и Китай. В Индии начальную школу оканчивают более 90% детей, но полное среднее образование получают лишь 60% юношей и 37% девушек. В США и Японии более половины молодежи после окончания средних учебных заведений продолжают свое образование, а в Индии и Индонезии таких 10%.



В Индии среднее образование получают лишь 37% девушек.



Учебный год в школах был установлен в странах Европы только в конце XVI в. Начало, деление и продолжительность его были в различных странах неодинаковы, как и в настоящее время.



В Великобритании, России, Украине и в ряде других государств учебный год начинается с 1 сентября, во Франции — с середины сентября, в Японии — с 1 апреля, в Австрии — с февраля, в Аргентине — с марта. Продолжительность же учебного года в большинстве стран мира примерно одинакова — от 180 до 200 учебных дней. У нас учебный год разбивается на четыре четверти; в Англии, Австрии и Японии — на три семестра, а в Финляндии — на два полугодия. Урок чаще всего длится 45 мин (Норвегия, Россия, США, Чехия, Германия); в Афганистане, Бельгии, Голландии — 50 мин; во Франции — 1 ч. Варьируются и перерывы между уроками: во Франции «большая перемена» длится 2 ч; в Бельгии и Голландии — 1,5 ч; в Норвегии, США и России — от 20 до 15 мин.■

Балльная система оценок возникла в Германии и довольно быстро и легко вошла в практику школ других стран. Кстати, раньше эта система состояла не из пяти, а из трех баллов (или разрядов) и официально стала применяться в России с 1837 г. В нашей стране только в 1935 г. было установлено пять степеней оценки успеваемости учащихся: отлично, хорошо, посредственно, плохо и очень плохо, а в 1944 г. словесную систему оценки в школах заменили цифровой.

Хорошо всем известную парту с наклонным столом придумал основоположник научной гигиены профессор Московского университета **Ф. Ф. Эрисман** (1842 – 1915). До его изобретения (80-е гг. XIX в.) в русских школах пользовались обычными деревянными столами и скамьями.

А у школьного звонка, который извещает о начале и окончании урока, тоже давняя история. Говорят, что уже греческий философ **Платон** (427 — 347 гг. до н. э.) построил остроумные водяные часы, которые в определенное время звонили, созывая учеников на занятия.■

В России в 1859 г. появляются первые школы для обучения «людей простого звания». Занятия в них проходили только по воскресеньям, поэтому эти школы и назывались воскресными. Мысль об их создании высказал еще **А. И. Герцен** (1812 – 1870).■



Переносная школа в одном из отдаленных районов Африки.

По грамотности многие страны Африки стоят на одном из последних мест, но желание учить и учиться есть в этих странах и у взрослых, и у детей.

ДОЛЯ НЕГРАМОТНЫХ В МИРЕ И ОТДЕЛЬНЫХ СТРАНАХ НА 1997 Г. (% К НАСЕЛЕНИЮ В ВОЗРАСТЕ СТАРШЕ 15 ЛЕТ)

Страны	Мужчины	Женщины
Весь мир	16	29
Развитые страны мира	1	2
Развивающиеся страны мира	21	38
Китай	10	27
Индия	34	62
Индонезия	10	22
Пакистан	50	76
Афганистан	53	85
Вьетнам	3	9
Саудовская Аравия	28	50
Куба	4	5
Бразилия	17	17
Эфиопия	54	75
Египет	37	61
Буркина-Фасо	70	91
Южная Африка	18	18
Нигерия	33	53
Испания	2	4
Мексика	8	13

Показатель грамотности людей — один из главных признаков, по которым устанавливается индекс человеческого развития, используемый в мире для определения уровня экономического и социального развития населения стран. По показателю индекса человеческого развития первое место в мире занимает Канада, далее следуют Франция, Норвегия, США и Исландия, а замыкают этот список страны Африки — Сьерра-Леоне, Нигер, Мали, Эфиопия.■



Размещение населения

Характер современного размещения населения на планете отражает распределение его численности по группам стран или отдельным регионам мира. Если в середине XX в. на долю экономически развитых стран приходилась почти 1/3 всех жителей планеты, то на рубеже столетий — уже менее 20%. Это результат все увеличивающейся «вилки» в среднегодовых темпах прироста населения, которые изначально были вдвое, а сейчас более чем в шесть раз выше в группе стран «третьего мира».

На сегодняшний день более 3,6 млрд. человек, или практически 3/5 всех жителей планеты, сконцентрированы в Азии, еще 1/4 — в Европе и Африке, а на остальные регионы суммарно приходится менее 15%. Однако еще в середине XX в. эти пропорции были иными. На азиатском континенте проживало свыше половины всего человечества, а почти 30% его численности приходилось на Европу и Северную Америку. Значительная разница в темпах роста населения в ряде регионов за последние 50 лет изменила ситуацию. Так, еще в середине 50-х гг. Латинская Америка по абсолютной численности населения обошла Северную Америку и прочно заняла четвертое место, а совсем недавно — в конце 90-х гг. — африканский континент отодвинул Европу со второго места на третье. На последнем месте в структуре населения мира попрежнему стоит Океания.

Ярким показателем, характеризующим диспропорции в расселении людей, является **плотность населения**, среднемировая величина которой в настоящее время составляет 44 человека на 1 км². Если, например, в Западной Европе проживают 163 человека на 1 км²; в бассейне Карибского моря — 150; в Юго-Центральной и Восточной Азии — свыше 120 человек, то в Северной Америке — 13; в Центральной Африке — 12, а во всей Океании — только 3 человека на 1 км². Интересно, что примерно 1/10 часть суши до сих пор практически необитаема (Антарктида, почти вся Гренландия, пустыня Сахара и т. д.). Около 1/2 суши имеет плотность менее 1 человека на 1 км², на 1/4 плотность населения колеблется от 1 до 10 человек на 1 км², и лишь остальная ее часть имеет плотность свыше 10 человек на 1 км².■



Высокая плотность населения чаще всего связана с развитием промышленности и городской культуры. Однако среди плотнозаселенных стран встречаются как индустриальные, сильноурбанизированные государства (Нидерланды — 450 человек на 1 км², Япония — 335 человек на 1 км²), так и аграрные страны с резким перевесом сельского населения (Бангладеш —

Основная часть всего населения приходится на Северное полушарие, причем 60% — сосредоточено в его умеренном климатическом поясе. Кроме того, больше половины людей проживают на низменностях, т.е. участках суши, расположенных на высоте до 200 м над уровнем моря. К тому же население как бы «сдвинуто» к морскому побережью: почти 1/3 его концентрируется в полосе с максимальной удаленностью от моря на расстояние не более 50 км. Эта полоса занимает всего 12% суши. Слабо заселены высокогорья, пустыни, зона вечной мерзлоты и территории с суровым климатом. Однако влияние природной среды на размещение населения постепенно уменьшается.■

За последние полстолетия тридцатка крупнейших городов планеты значительно обновилась. Если в 1950 г. агломерации европейских стран и США занимали в ней почти 2/3 мест, то в 90-е гг. — уже менее 1/3. В этот период список ведущих агломераций мира покинули Милан, Берлин, Филадельфия, Петербург, Детройт, Неаполь, Манчестер, Бирмингем, Франкфурт, Бостон, Гамбург, а его восполнили Сеул, Джакарта, Дели, Манила, Карачи, Лагос, Стамбул, Лима, Тегеран, Бангкок, Дакка. Есть прогноз, что к 2010 г. среди 30 крупнейших городских образований останутся только 6 агломераций из развитых стран (Токио, Нью-Йорк, Лос-Анджелес, Осака, Париж и Москва), а 20 будут представлены сверхгородами Азии, прежде всего Китая и Индии.■

Численность населения в крупных городах России (без пригородов): Москва (1939 г. — 4183 тыс. человек; 1997 г. — 8405 тыс. человек); Санкт-Петербург (1939 г. — 3015 тыс. человек; 1997 г. — 4216 тыс. человек); Нижний Новгород (1939 г. — 644 тыс. человек; 1997 г. — 1371 тыс. человек); Новосибирск (1939 г. — 404 тыс. человек; 1997 г. — 1367 тыс. человек); Екатеринбург (1939 г. — 423 тыс. человек; 1997 г. — 1275 тыс. человек); Самара (1939 г. — 390 тыс. человек; 1997 г. — 1170 тыс. человек).■

870 человек на 1 км², Нигерия — 130 человек на 1 км² и др.). Среди редкозаселенных государств, наоборот, встречаются такие высокоразвитые страны, как Канада, Австралия, Россия (соответственно 2; 2; 8 человек на 1 км²).



В результате воздействия социально-экономических, демографических, природных факторов расселение людей находится в непрерывном движении. Известно, что каждой общественной формации и уровню развития производительных сил присущи свои особенности расселения, но социально-экономические изменения происходят быстрее, чем меняются материальные условия, обеспечивающие жизнедеятельность человека. Как правило, на каждой территории присутствуют устаревшие и новые типы поселений. На сегодняшний день в мире существуют миллионы населенных пунктов, которые имеют свое название, крайне разнообразны по величине, происхождению, географическому положению и хозяйственной структуре. Есть поселения, лишь временно (сезонно) обитаемые или периодически меняющие свое местоположение и т. д. Особое значение поэтому приобретает классификация населенных мест по величине (численности жителей) и функциям.■

Более 2/3 всего человечества сконцентрировано примерно на 8% площади суши. Вместе с тем крупных ареалов с плотностью населения свыше 50 человек на 1 км² сравнительно немного. Это прежде всего Европа (без ее северной части), в Азии — Индо-Гангская низменность, Южная Индия, Восточный Китай, Японские острова, остров Ява, в Африке — долина Нила и низовья Нигера, в Америке — некоторые приморские районы на северо-востоке США, в Бразилии и Аргентине. Во многих наиболее урбанизированных районах мира плотность населения достигает нескольких тысяч, а в городских центрах — даже десятков тысяч человек на 1 км².■



Население Америки за 1800 — 1980 гг. выросло в 20 раз, а доля американцев среди жителей Земли изменилась за этот период с 3,2 до 13,8%.

Именно по этим признакам все поселения делят на два типа — городские и сельские, причем городами считаются крупные поселения с несельскохозяйственной деятельностью. Специализацию поселений определяют источники средств существования жителей, характер внешних экономических связей и роль поселения в географическом разделении труда. При этом важно выявить функции, благодаря которым возможно существование каждого города или сельского поселения, и отделить от обслуживающих производств.

В настоящее время больше половины человечества живет в сельской местности, хотя, согласно прогнозам экспертов ООН, уже в самом начале XXI в. в структуре населения мира горожане станут доминировать, а спустя всего десятилетие начнется процесс сокращения и абсолютной численности сельского населения. Сейчас только в Азии и Африке удельный вес горожан в структуре населения составляет менее 2/5, а в остальных регионах — свыше 70%. В результате столь существенного разрыва в уровне урбанизации размещение по регионам мира заметно отличается от усредненной картины: оно особенно контрастно в первом случае — почти 9/10 всех сельских жителей сосредоточены в афро-азиатских странах.

На земном шаре есть регионы, которые практически до сегодняшнего дня необжиты человеком, например пустыня Сахара.



Что касается городского населения, то территориальная концентрация здесь имеет сравнительно меньшую выраженность. Как и в середине XX в., основная часть городского населения проживает в Евразии, где расположены четыре крупнейшие по численности городского населения страны

мира (Китай, Индия, Россия и Япония). Другое дело, что теперь заметно изменились внутренние пропорции: если в 1950 г. Азия по сравнению с Европой имела чуть меньшую численность городского населения, то к концу века в Азии горожан стало в три раза больше. За последние 50 лет сократился удельный вес и других, наиболее урбанизированных регионов — Северной Америки и Океании и, наоборот, увеличился удельный вес Латинской Америки и особенно Африки.



На сегодняшний день 9/10 всего прироста городского населения Земли приходится именно на развивающиеся страны, прежде всего Азии и Африки. В большинстве из них число и доля горожан растут не только в результате преобразования сельских поселений в городские и миграции крестьян в города, но и благодаря сохранению в городах сельской модели воспроизводства населения (высокая рождаемость и низкая смертность). В тех же регионах мира, где отмечается наиболее высокий уровень экономического развития и преобладает городской образ жизни, естественный прирост городского населения происходит медленнее. Здесь городской потенциал увеличивается в основном за счет миграции. Приток населения на фоне пониженного естественного прироста определяет особенности состава городского населения: резко повышается процент трудоспособных людей пенсионного возраста и наблюдается большая этническая пестрота. Так, в Лондоне и Париже местные уроженцы составляют менее 40%. Отметим, что в последнее время в некоторых европейских странах, например в Великобритании, набирает ход принципиально иной процесс — массовый отток горожан в сельские пригороды, что связано с ухудшением экологической обстановки. В целом же в мире налицо тенденции к сближению уровней урбанизации регионов и стран. Закономерно, что уровень урбанизации, как правило, наиболее высок в индустриальных и постиндустриальных странах, а ниже всего — в отсталых аграрных странах.■

В некоторых государствах доля городского населения высока за счет отдельных разросшихся городов, тогда как в целом для страны типично развитие сельских поселений (Венгрия, Уругвай). В других странах, наоборот, особенно велико число средних и малых городских поселений и лидерство первого города страны выражено слабо (Швейцария). В Италии и Испании среди городов – по два лидера: Рим и Милан, Мадрид и Барселона. Во многих странах Африки, Азии и Латинской Америки население концентрируется в немногих крупных городах, сформировавшихся в приморской зоне или в богатых природными ресурсами районах. Их развитие — следствие колониализации. Рост же городов во внутренних районах таких стран нередко тормозится из-за слабого развития рыночных отношений. В любом случае особенно крупные города играют ведущую роль в экономической, политической и культурной жизни народов. В них как бы сфокусировались все хозяйственные связи, поэтому исследование системы городских поселений — одна из самых актуальных задач общественной географии.





Москва. Собор во имя Казанской иконы Божией Матери.

В истории России среди городов особенно большая роль принадлежит двум столицам — Москве и Санкт-Петербургу. В XIX в. рост населения Санкт-Петербурга шел более быстрыми темпами и по числу жителей он был первым в России (485 тыс. человек в 1850 г.). Население Москвы в первой половине XIX в. росло медленно: в 1812 г. — 275 тыс. человек, в 1862 г. — 260 тыс. жителей. К концу XIX в. под влиянием быстрого развития промышленности и железнодорожного транспорта рост населения Москвы ускорился, и в 1900 г. в ней было 1039 тыс. жителей. Новая глава в истории Москвы началась после октября 1917 г. В 1918 г. советское правительство приняло решение сделать Москву столицей России. Началось возрождение экономики страны и города, обновился культурный и архитектурный облик Москвы, резко расширились ее границы. В 1930 г. в Москве было уже 2781 тыс. человек, а в Санкт-Петербурге (Ленинграде) — 2228 тыс. человек.■

Многие города мира имеют биографию, уходящую корнями в древнюю историю. Как Москва развивалась вокруг Кремля, так и Париж — вокруг острова Сите, расположенного на реке Сене и заселенного более 2 тыс. лет назад. Этот остров облегчал переправу через Сену и вместе с тем позволял обороняться от врагов. Теперь он плотно застроен. Здесь находится собор Парижской Богоматери (XII — XIII вв.), а мосты соединяют остров с другими частями города.■

Париж. Собор Парижской Богоматери.

Статистика зачастую преуменьшает подлинную заселенность крупных городов, поскольку изменения их административных границ обычно отстают от темпов их фактического роста. Число жителей Парижа, Гамбурга и многих других центров в их официальных границах во второй половине XX в. уменьшается, но фактически число жителей продолжает расти. За пределами устаревшей городской черты размещается основная часть новых жилых кварталов и предприятий, инфраструктуры города. Центральный город обрастает городами-спутниками, при этом поглощая окружающие сельские земли.

Возникают городские агломерации — скопления поселений, объединенных производственными, трудовыми и культурно-бытовыми связями, которые в настоящее время являются главной формой городского расселения в высокоурбанизированных странах. Их границы очень динамичны и часто трудноопределимы.

Об особенностях функций современной Москвы на 1996 г. можно судить по распределению занятого населения по отраслям (%): промышленность — 18,0 (главное место занимает машиностроение и пищевая промышленность); транспорт и связь — 7,5; строительство — 15,1; торговля — 16,0; жилищно-коммунальное хозяйство и общественное питание — 6,0; здравоохранение и образование — 16,8; наука — 10,5; аппарат органов управления — 3,3; прочие отрасли — 7,0. Москва создает 6% продукции промышленности России и 10,3% ВВП страны. Что касается функций Санкт-Петербурга, то прежде всего следует отметить высокую роль его промышленности, в которой занято более 40% трудящихся.■

Городские агломерации могут иметь разнообразную структуру. Наиболее распространены моноцентрические, сложившиеся на основе развития одного города – ядра агломерации. В районах, богатых полезными ископаемыми, и в крупных транспортных узлах часто формируются множественные агломерации (Рур в ФРГ, Рандштадт в Нидерландах). Здесь ядро агломераций составляют несколько равнозначных центров. Местами образуются еще более обширные и сложные формы городского расселения — городские районы и мегаполисы. В их основе – конгломераты близкорасположенных больших городов, которые объединены общностью элементов инфраструктуры, градостроительных, экономических и других проблем. На сегодняшний день признается существование шести сформировавшихся мегаполисов, три из которых находятся в США (Северо-Восточный, Приозерский и Калифорнийский), два — в Европе (Английский и Рейнский) и один — в Японии (Токайдо).

Одна из наиболее ярких черт современного процесса **мировой урбанизации** – динамичный рост числа крупных и сверхкрупных городов. Постепенно они занимают все более видное место в урбанистической структуре планеты. Так, если суммарное население 2200 городов с числом жителей 100 — 999 тыс. в каждом составляет 650 млн. человек, то в 340 городах проживает около 900 млн. человек. Следовательно, в этих супергородах ныне сосредоточено около 1/7 всего населения Земли и более 1/3 всех горожан.■



Флоренция.

По оценкам российских ученых, всего в мире насчитывается около 85 тыс. поселений городского типа, подавляющая часть которых имеет сравнительно небольшие размеры. Средняя людность городского населенного пункта – приблизительно 33 тыс. человек.■

Различные модели естественного воспроизводства населения в регионах мира обусловят изменения в географии расселения людей. Если в конце XX в. в экономически наиболее развитых странах сконцентрируется 19,5% всего населения мира, то в середине XXI в. — менее 12,4%. При этом лидирующее место на долгие годы будет неизменно принадлежать азиатскому континенту, где к 2050 г. сосредоточится больше половины всех жителей планеты. При сохранении очень высоких темпов прироста населения в Африке существенно увеличится ее удельный вес (почти 22%), а доля европейцев при этом сократится до 7%.

Еще более разительные изменения ждет городской ландшафт планеты. Согласно прогнозам ООН, уже к 2030 г. 5,1 млрд. жителей, или 2/3 всего населения Земли, составят горожане, причем более 80% из них будут сосредоточены в развивающихся государствах.■



Пока для всего мира еще не существует единого и точного критерия городского поселения. Цифра эта колеблется от 200 человек в Исландии и Дании до 20 — 30 тыс. человек в Нидерландах и Японии. В Великобритании и Швеции за основу берутся юридические акты о присвоении какому-либо пункту статуса города, часто унаследованные от Средневековья. Во многих странах Африки городами считаются административные центры независимо от числа жителей. В то же время, например, в Венгрии в разряд сельских населенных пунктов включается целый ряд достаточно крупных поселений, где жителей свыше 10 — 20 тыс. и где население в основном занято в промышленном секторе. Все это искажает картину действительного распределения населения мира между городом и деревней.■

Современные города растут ввысь.



Сегодня первое место по числу городов-«миллионеров» занимают Восточная и Южная Азия, которая отличается сравнительно невысоким уровнем урбанизации, но имеет целый ряд стран с многочисленным городским населением и развитой сетью расселения (Индия, Китай, Япония и др.). На долю этих регионов приходится более 1/3 всех городов-«миллионеров» мира. Еще 1/3 агломераций расположена в Северной Америке и Европе, а замыкают этот ряд Меланезия, Микронезия и Полинезия, в которых на сегодняшний день нет ни одного города, в котором было бы более 600 тыс. жителей.

Начиная с 50-х гг. XX в. каждые 20 лет происходило практически удвоение общего числа крупнейших агломераций мира, однако в территориальном плане их прирост распределялся крайне неравномерно. Подавляющая его часть традиционно приходилась на развивающиеся страны. Так, свыше 2/5 всех новых городов-«миллионеров» за период 1950 — 1970 гг. появилось на карте Азии. В регионе насчитывается почти полторы сотни городов численностью от 500 тыс. до 1 млн. жителей, и, по прогнозам экспертов ООН, здесь до 2010 г. получат «прописку» еще более 1/2 всех новых крупных городских образований.

Напротив, в большинстве староурбанизированных регионов мира отмечалось снижение или стабилизация темпов прироста числа городов-«миллионеров», а в Европе — даже доли лиц, проживающих в городах с населением 5 — 10 млн. человек. В результате такой динамики и глобальной тенденции к урбанизации стран и регионов усиливается территориальная контрастность и существенно трансформируется общая система крупногородского расселения мира.■

Стихийное разрастание городов и агломераций приводит ко многим отрицательным последствиям. В таких центрах ухудшаются санитарно-гигиенические условия, возникают трудности с водоснабжением, до предела обостряется транспортная проблема и люди тратят все больше времени на передвижение к месту работы. Усиливаются социальные конфликты, растет преступность. Во многих странах власти пытаются регулировать рост городов, но усилия эти зачастую малоэффективны.

Обострение экономических и социальных противоречий в крупных городах, ухудшение условий жизни, сокращение числа рабочих мест, совершенствование средств транспорта, а иногда государственная политика сдерживания роста гипертрофированных агломераций усиливают отток населения из центральных зон таких городских комплексов, которое растекается, формируя обширные урбанизированные ареалы, ставшие уже типичными для США, Японии и Великобритании.

В высокоразвитых густонаселенных странах на размещение населения все больше влияет качество природной среды, поэтому быстро увеличивается доля людей, живущих в индивидуальных коттеджах в сельской местности поблизости от городов, но по-прежнему работающих в городах. Эти процессы — одна из главных причин тенденции к стабилизации или даже уменьшению процента городского населения во многих высокоурбанизированных странах.■

К сельским поселениям относятся все населенные пункты, не имеющие городского статуса. Вследствие интенсивной миграции сельских жителей в города (а также из-за административной трансформации части сельских поселений в городские) численность сельского населения в мире растет медленнее, чем городского, несмотря на более высо-

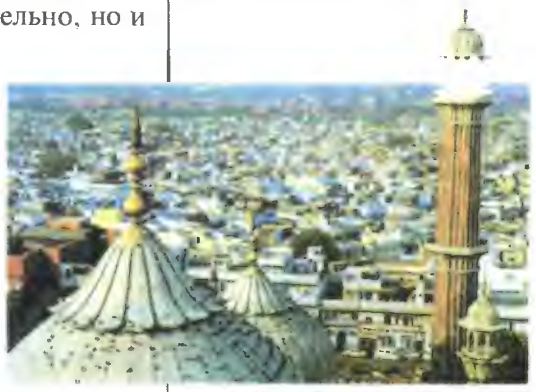
кий естественный прирост в сельских семьях. Во многих развитых странах число сельских жителей сокращается не только относительно, но и абсолютно. Этот процесс уже наблюдается и в целом ряде развивающихся стран, например в Китае. Однако в отсталых аграрных странах, особенно в Африке, число жителей в сельских поселениях продолжает быстро расти.

В большинстве сельских населенных пунктов жители заняты преимущественно сельским хозяйством, однако отождествлять сельское и сельскохозяйственное население неправомерно. Дело в том, что в сельской местности, особенно в высокоразвитых странах, живет немало людей, не связанных с сельским хозяйством. Здесь много поселений, обслуживающих нужды фермеров, транспорта и лесного хозяйства, курортов, поселков-«спален» и т. д.

Совершенствование средств транспорта позволяет многим людям жить в сельской местности, а работать в городах. В США меньше половины сельского населения трудится в сельском хозяйстве, в Великобритании — лишь четверть. Наоборот, в экономически отсталых странах (особенно в Африке) даже в городах немало жителей заняты сельскохозяйственной деятельностью. Таким образом, между типами поселений и хозяйственной деятельностью людей существует сложная зависимость, обусловленная прежде всего социально-экономической спецификой.

В будущем произойдет дальнейшая урбанизация планеты, постепенно снивелируются различия в степени урбанизации регионов и стран в результате укрепления связей между городскими и сельскими поселениями. Образ жизни сельских жителей приблизится к городскому.■

Крыши Старого Дели.



Прогнозы роста населения издавна интересуют человеческое общество по многим причинам: они необходимы для оценки полового и возрастного составов населения, его трудового потенциала, развития социальной сферы, величины вооруженных сил и др.

Первые попытки предвидения будущего человечества делали ученые и государственные деятели Древнего Рима и Древней Греции. В XIII в. большой вклад в создание математической теории роста населения внес швейцарец **Л. Эйслер** (1707 — 1783), на рубеже XVIII — XIX вв. огромный резонанс вызвала теория **Т. Мальтуса** (1766 – 1834).

По прогнозам, первая половина XXI в. ознаменуется особо бурным ростом крупногородских форм расселения. Достаточно сказать, что уже через 15 лет более 2/5 всех горожан мира будет проживать в городах-«миллионерах».

Согласно прогнозам специалистов, произойдет сглаживание различий между регионами и странами, укрепятся связи между городскими и сельскими поселениями.■



В экономически отсталых странах немало людей живет в таких условиях.

Чтобы прогнозировать будущее человечества, нужно иметь детальную информацию о современном населении, изучать и учитывать социально-экономические и другие факторы, которые могут в будущем менять положение женщины в обществе и т. д.

Расчеты выполняются в нескольких вариантах, наиболее правдоподобный из них принимается за основу. Для того чтобы представить себе точность прогнозов, можно привести следующий пример.

В 1950 г. эксперты ООН, исходя прежде всего из эволюции величины суммарной рождаемости женщин в разных странах, определили численность населения к середине 2000 г. в 6281 млн. человек (при суммарной рождаемости 2,7 ребенка на женщину). Расчет демографов был верен.■





ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ВСЕМИРНОГО ХОЗЯЙСТВА

Современное мировое хозяйство представляет собой исторически сложившуюся совокупность национальных хозяйств стран мира, связанных друг с другом экономическими и политическими отношениями. Хозяйственная деятельность человека формировалась в течение длительного времени. История становления мирового хозяйства гораздо короче. Для периода аграрной эпохи было характерно существование изолированных национальных хозяйств, слабо связанных друг с другом.

Присваивающие виды хозяйства, свидетельствующие о крайне низком уровне развития производительных сил, господствовали на протяжении почти всей первобытной эпохи (период каменного века начался около 2,5 млн. лет назад, а закончился за 3 тыс. лет до н. э.). Наиболее древним видом хозяйственной деятельности было собирательство. Чтобы прокормиться, человеку-собирателю требовалась «кормовая» территория более 500 га, т. е. он должен был проходить в сутки 25 — 30 км. Постепенно собирательство вытеснила охота, а затем и рыболовство, которые во многом изменили жизнедеятельность древних людей. Они же сделали их всеядными.

Примерно 10 тыс. лет назад, когда уже были заселены все материки (за исключением Антарктиды), а основные занятия человека — собирательство, охота и рыболовство — распространились повсеместно, произошло величайшее событие: человек из простого потребителя превратился в производителя. Переход к производящему хозяйству стал возможен благодаря появлению довольно совершенных орудий труда. Накопленные к этому времени знания и опыт пригодились человеку для культивирования растений (собирание плодов диких растений и корней уступило место посевам зерен в землю на обрабатываемых участках) и для одомашнивания животных. Однако самым сильным стимулом развития производящего хозяйства стало изменение и обеднение окружающей среды, которая все меньше благоприятствовала традиционной охоте, в то время как производящее хозяйство давало человеку надежные источники пищи, которые он сам мог контролировать. На смену охотничьему везению пришли старание и умение.



Серпы с зубцами из кремня и каменные скалки — основные орудия доисторических земледельцев Египта.

Период неолитической революции был длительным: в Старом Свете он занял 2 — 3 тыс. лет, а в Новом Свете – 3 — 4 тыс. лет. Главными его центрами стали те восемь очагов происхождения культурных растений, которые были выделены русским ученым **Н. И. Вавиловым** (1887 – 1943). Судя по археологическим и палеоботаническим исследованиям, древнейшим был, видимо, Переднеазиатский очаг, который занимал область от дельты Нила до горной системы Загрос в Иране.■

Как считают ученые, первые очаги земледелия возникли не на равнине, где самые лучшие для этого природные условия, а в горных районах. Большинство культурных растений происходит от видов, произраставших в горах на небольшой территории. Здесь формировались разные природные условия, к тому же не всегда благоприятные, что на самом деле только способствовало тому, чтобы произрастающие тут виды отличались большей устойчивостью и разнообразием. А горы, как правило, служили надежной защитой от агрессивных соседей.■

Изобретение плуга, который пришел на смену ручной мотыге, и использование скота в качестве тягловой силы можно назвать по-настоящему революционными моментами.

Всю историю первичной хозяйственной деятельности человека условно делят на четыре этапа. На первом шло зарождение будущего аграрного производства, формирование предпосылок для его развития. Второй этап — это период становления архаичной экономики, когда еще не было специальных орудий труда, т. е. техники. Шло экстенсивное развитие хозяйства за счет использования все новых и новых территорий. Третий этап – этап расцвета, когда сложилась земледельческо-животноводческая экономика, занявшая ведущие позиции в экономике того времени. Сельское хозяйство постепенно становится многоотраслевым, формируются его разные типы: подсечно-огневое, переложное и поливное земледелие, отгонное (кочевое) и придомное (т. е. разведение домашнего скота) животноводство. Этап расцвета продолжался длительное время, вплоть до наступления индустриальной эпохи (т. е. до конца XVIII в.). Четвертый этап развития первичной хозяйственной деятельности человека можно назвать этапом стабилизации.■

Во времена Римской империи производящее хозяйство достигло высокого уровня. Широко применялись различные удобрения, в практику были введены севообороты. В животноводстве сложилось птицеводство, а для скота обустраивались обширные пастбища, высевались кормовые травы. Много внимания уделялось и



Деревянная скульптурка пахаря, относящаяся примерно ко II тыс. до н. э.



Один из древнейших очагов земледелия — долина в горах Месопотамии.



Обмолот зерна (веяние).

В III — II тыс. до н. э. в Евразии и Африке произошло разделение «сельского хозяйства» на земледелие и животноводство. Быстро распространялся оседлый образ жизни, все больше становилось поселений. Первым земледельческим поселением называют стоянку Джармо, которая возникла в VII тыс. до н. э. в предгорьях Загроса (на северо-востоке современного Ирака). В IV — III тыс. до н. э. поселения образовались и в других районах мира: в Китае (в среднем течении реки Хуанхэ), Мексике и Перу.■

В эцтальских Альпах на границе Италии и Австрии был случайно обнаружен эцти (эцтальский ледяной человек). Полагают, что он пролежал в ледяной расщелине, как в естественном холодильнике, примерно 5300 лет! Реставрация показала, что эцти был одет в куртку мехом наружу, на ногах его были ботинки из кожи. При нем были палка, топор с медным лезвием, колчан со стрелами, берестяной туесок с угольками для разведения костра.■

В качестве примеров древнейших поселений городского типа обычно приводятся Иерихон в Палестине и Чатал-Хююк в Южной Турции.

Иерихон был основан, по-видимому, в VIII тыс. до н. э. и насчитывал 2 — 3 тыс. городских жителей. Люди жили в домах, построенных из глиняных кирпичей. Город был обнесен крепостной стеной и глубоким рвом. Внутри этой стены находилась высокая круглая башня, развалины которой сохранились до наших дней. По библейскому преданию, стены Иерихона рухнули от звуков труб завоевателей (отсюда – «иерихонские трубы»).

Чатал-Хююк уже в середине VII тыс. до н. э. был процветающим городом, население которого составляло 5 — 6 тыс. человек. Он состоял из плотно примыкающих друг к другу прямоугольных домов без дверей, в которые их жители попадали с помощью лестниц и отверстий в крышах. В случае нападения глухие стены лучше защищали от неприятеля.■

Порт в Лиссабоне. XVIII в. С развитием навигационных инструментов произошли существенные изменения в конструкции кораблей. За XV в. число парусов на кораблях возросло с трех до пяти. Порты Средиземноморья потеряли свое былое значение. На мировую арену выходят Англия, Нидерланды, Испания, Португалия.



экономическому обоснованию сельскохозяйственного производства. Так, во II в. до н. э. римский ученый Варрон делал расчеты рентабельности и доходности «аграрного сектора».

Параллельно с земледелием шло становление и такого вида хозяйственной деятельности, как ремесло, которое позднее постепенно трансформировалось сначала в мануфактуру, а потом в промышленность. Производство примитивных орудий труда вначале было побочным занятием у земледельцев, но по мере его усложнения им стали заниматься только те, кто имел специальные трудовые навыки. Это привело к отделению ремесла от земледелия. Возникло гончарное производство, в котором использовался первый искусственный материал, созданный человеком, — обожженная глина. Начались обработка дерева, выделка тканей, изделий из кожи и т. д. Все это привело к значительному по тому времени увеличению материального богатства и зарождению городов.■



Добыча глины. VI в. до н. э.

В развитии цивилизации географ и социолог **Л. И. Мечников** (1838 – 1888) выделил три периода: речной, морской и океанический.

Особую роль в развитии хозяйства сыграли так называемые «великие речные цивилизации», возникшие за несколько тысяч лет до новой эры. «Река во всякой стране является как бы выражением живого синтеза всей совокупности физико-географических условий: и климата, и почвы, и рельефа земной поверхности, и географического строения данной области», – писал Л. И. Мечников. Крупные реки всегда были мощнейшей объединяющей силой, служили «экономическим стержнем» для этих территорий, которые отличались плодородными землями и естественными рубежами (горы, пустыни, моря), защищавшими их. Единая, относительно компактная территория была удобна для внутренних связей и обеспечивала продовольствием значительное население. В земледелии наибольшее развитие получили полеводство, огородничество и садоводство; в животноводстве — разведение племенного и рабочего скота. Развитие ирригации требовало огромных коллективных усилий (как правило, всей общины и даже государства). Торговля была в основном внешняя и велась со средиземноморскими территориями. В странах Востока появились первые металлические деньги в виде различных монет и слитков.■

Египетская лодка, управляемая парусом.



Средиземноморская цивилизация сформировалась в средиземноморском бассейне (затем она трансформировалась в европейскую). Характер основных хозяйственных связей в рамках Средиземноморья значительно усложнился по сравнению с более ранними «речными цивилизациями». Средиземное море с давних времен использовалось для перевозок вина и оливкового масла, рыбы, меда, скота, корабельного леса. В эпоху Римской империи море стало «хлебным путем». Большое значение приобрела и работорговля. Источниками приобретения рабов были долговое право, пиратство, но особенно постоянные войны, которые часто и затевались с этой целью. Так, войны Рима в III – II вв. до н. э. заполнили невольничьи рынки сотнями тысяч пленников. После греко-персидских войн ведущая роль в морской торговле принадлежала Афинам, в то время самому большому городу всего эллинского мира, а греческий порт Пирей стал самым крупным на всем Средиземноморье. В Западном Средиземноморье главным центром посреднической торговли долгое время был Карфаген. В эпоху расцвета Римской империи, когда Средиземное море превратилось в «Римское море», гигантские потоки грузов хлынули по нему в Рим из Северной Африки (зерно, масло, вино, пиво, рабы, лошади), из Передней Азии (вино, фрукты, скот, древесина, стеклянные и металлические изделия, шерсть), из Причерноморья (зерно, вино, скот). Невольничьи рынки были во всех крупных городах римской державы, но самые крупные из них находились в Восточном Средиземноморье (острова Родос, Делос). Северное Причерноморье и в античную, и в эллинистическую эпоху было районом прежде всего «хлебной торговли». Херсонес Таврический, Феодосия, Ольвия играли роль транзитных центров, через которые помимо зерна вывозились скот, кожи и другие продукты, получаемые от местных степных племен, а ввозились вино, оливковое масло, предметы роскоши и домашнего обихода.

Кроме путей, которые соединяли отдельные районы в пределах «речных цивилизаций» и цивилизаций Средиземноморья, еще до новой эры зародились два пути, связавших Европу и Азию: морской (от берегов Южного Китая вдоль всего побережья Юго-Восточной, Южной и Юго-Западной Азии до Красного моря, завершаясь в Александрии и Тире; далее через посредничество Финикии восточные товары попадали в Европу) и сухопутный (Великий шелковый путь, соединявший Китай со Средиземноморьем).■



Скот перевозили по Нилу на специальных широких лодках.



Нил судоходен от устья до цепи порогов, которые являются границей между Египтом и Нубией.



Французский гобелен, изображающий труд крестьян и мастеровых. 1358 г.

В раннем и развитом Средневековье в Европе господствовала аграрная экономика, при этом в раннем Средневековье в сельском хозяйстве по сравнению с уровнем, достигнутым в Римской империи, наблюдалось даже явное отставание. Постепенно, к периоду развитого Средневековья, в Западной Европе совершается переход к двуполью и трехполью, в посевах увеличивается доля технических культур (льна, конопли, вайды). Более интенсивными становятся огородничество и садоводство, особенно в пригородных зонах, улучшается порода домашнего скота. Франки и некоторые



Шелковые вышитые подвязки — деталь китайского костюма.

Само название моря — Средиземное — говорит о том, что оно со всех сторон окружено сушей. Береговая линия очень сильно изрезана, что давало возможность судам во время плавания не терять берег из виду, а отсутствие приливов и отливов позволяло даже небольшим судам в любое время причаливать к берегу. Само море было хорошей естественной преградой от набегов извне.■

другие германские племена восприняли культуру оливковых деревьев и винограда. Началась определенная специализация сельскохозяйственных районов (например, специализация Валенсии во многом сохранилась и до наших дней – выращивание риса, сахарного тростника, гранатового дерева, шелковицы, винограда и других культур). В этот период огромные лесные площади навсегда уступили место пашням.

В раннем Средневековье ремесла сочетались в основном с сельским хозяйством, а каждый город со своей округой представлял собой экономический замкнутый мирок, и рост ремесленного производства происходил медленно. Однако с появлением водяных и ветряных мельниц, разделением металлургического производства на две стадии (получение чугуна в домнах и чугунолитейное производство), развитием кораблестроения, с изобретением ручной колесной прялки в текстильном деле и рядом технических новшеств в других отраслях ремесло (которое иногда называют домашней промышленностью) окончательно превращается в самостоятельную отрасль хозяйства.■

Лидерами ремесленного производства стали богатые города Северной Италии — Венеция, Флоренция, Генуя; французский город Лион (выпуск шелковых тканей на базе шелководства в долине реки Роны); немецкий город Нюрнберг (важный центр производства различных изделий из металлов). Крупное производство шерстяных тканей сложилось на юге Нидерландов (сейчас эта территория — часть Бельгии), производство олова — в Англии, меди — в Германии и Испании, серебра — в Германии и Чехии.

В XV — XVI вв. изменилась и организация производства: появились первые мануфактуры, что, в свою очередь, способствовало развитию торговли, так как готовая продукция имела большой спрос, в том числе и за пределами страны-изготовителя. Работа мануфактур, возникших на базе важнейших районов текстильного ремесла в Европе — в Нидерландах и Северной Италии, строилась принципиально по-новому: использование наемного труда и разделение труда, как технологическое (по производственным операциям), так и территориальное.

Мануфактура получила развитие и в горном деле (на территории Германии, Чехии, Швеции и других стран), судостроении, книгопечатании, производстве бумаги. Развитие ремесла и мануфактуры активизировало и другие виды хозяйственной деятельности человека, в том числе такую важную, как торговля. Появилась особая группа населения в лице торговцев-посредников, и сформировалась товарно-денежная система хозяйства.■



Итальянские мастерские по пошиву одежды. XVI в.

Один из древнейших городов Средней Азии — Самарканд. Уже в IV в. до н. э. на его месте существовал город, который назывался Мараканда и был столицей Согдианы. В 329 г. до н. э. его разрушил Александр Македонский, но затем город возродился вновь.

На территории России самым древним городом является город Дербент. Основан в 438 г.■

Водяное колесо как универсальный двигатель было известно еще в Древнем Риме, но широкое распространение в Западной Европе получило только в XI в. Водяные и ветряные мельницы применялись для помола зерна, для откачки воды, приведения в движение воздуходувных мехов и т. д.■



Печь для выплавки олова. XVI в.

В Европе в XI — XV вв. особое развитие среди ремесел получают изготовление тканей и выплавка и обработка металлов. Для жителей Европы с ее прохладным климатом важное место заняли выделка сукна и изготовление шерстяных тканей на базе сырья, которое давало овцеводство.■

Великий шелковый путь (открытый во II в. до н. э.) в древности и в средние века — караванная дорога из Китая в страны Средней и Передней Азии. Для ориентировки на трудных участках пути были построены похожие на минареты башни. Через многие реки были перекинуты мосты, а в пустынях вырыты колодцы или бассейны. Вдоль «пути» располагались вместительные караван-сараи с обширными складскими помещениями. В купеческих караванах, которые шли по Великому шелковому пути, иногда насчитывалось до 10 тыс. верблюдов, лошадей, мулов. Путь от Китая до Черного моря обычно занимал 200 дневных переходов, хотя иногда растягивался на несколько лет.■



Мастерская плотника. Ренессанс — эпоха развития торговли и ремесел.

В XVI в. Франция первой начала строительство дорог с каменным покрытием. Они получили наименование «шоссе» (от фр. chaussee – букв. «обутая»). В Париже начинались 11 трактов, которые соединяли столицу с крупными городами страны и другими государствами. В середине XVII в. Париж имел регулярное пассажирское сообщение с 43 городами Франции.■

Усложнение внутреннего разделения труда со временем переросло в территориальное разделение труда, предпосылки развития которого все более возрастали. Так, в Европе сложились два главных района морской торговли — Северный и Южный. Северный район охватывал акватории Северного и Балтийского морей с прилегающими к ним областями. Северогерманские города, используя выгоды своего географического положения, к 1356 г. сформировали большой торговый и политический союз, получивший название Ганзейского союза, или Ганзы: он объединил около 80 городов, в том числе такие города на востоке, как Рига, Ревель, Новгород, Псков. С востока на запад ганзейские купцы везли хлеб, рыбу, мед, воск, смолу, строевой лес, меха, а в обратном направлении — сукно из Англии и Фландрии, металлические изделия, вина.



Манускрипт XVI в., изображающий художника и ремесленника.

Южным районом морской торговли был Средиземноморский. С возрождением городов здесь расцвела и морская торговля, имевшая, как и в античную эпоху, в основном западно-восточное направление. Заметную роль в этой торговле играли многие города Адриатики и порты других морей Средиземноморья, но главная роль принадлежала Венеции и Генуе. Состав грузов в Средиземноморье был иным, чем в северных морях. С востока шли в основном ткани и специи, а в обратном направлении — изделия европейского ремесла. Из Северного Причерноморья и из Африки поступал также хлеб. Два главных района морской торговли были связаны между собой несколькими торговыми путями меридионального направления. Среди них преобладали речные пути, но все они так или иначе сочетались с сухопутными. Вся эта система меридиональных путей в средней полосе Европы пересекалась двумя путями широтного направления. Первым из них был Дунайский путь (на этом пути выросли Вена, Будапешт, Белград), второй проходил вдоль отрогов Рудных гор, Судет и Карпат (на нем возникли Лейпциг, Вроцлав, Краков, Львов). Важной чертой международной торговли Средневековья стало проведение крупных ярмарок, которые выросли на основе местных, а затем и региональных рынков. Самые крупные и известные ярмарки того времени проходили в Шампани, располагавшейся на перекрестке многих торговых путей. Своими ярмарками славились также Париж, Лион, Женева, Франкфурт-на-Майне и другие центры торговли.■

Строительство кораблей на верфях в Венеции. XVI в.



В Киевской Руси главным узлом внутренних и внешних связей был, несомненно, Киев. Особенно большое значение имел речной путь по Днепру, который служил для связей с Византией и Болгарией и использовался как часть пути «из варяг в греки». Многие товары перевозились по суше. Важнейшими торговыми центрами на Руси оставались Новгород и Псков, осуществлявшие главным образом транзитную, посредническую торговлю с Западом.

С развитием торговли связано и возникновение финансовой деятельности человека (в пер. с лат. «финансы» означают «наличность», «доход»). Денежная система средневековой Европы отличалась исключительной пестротой и сложностью, что создавало большие трудности при покупке и продаже товаров прежде всего на международных ярмарках, куда приезжали купцы из разных стран. Наличие огромного количества денежных единиц и их широко распространенная подделка сдерживали развитие торговли. В этих условиях возросла роль менял, которые со временем стали превращаться в ростовщиков и банкиров. Они давали ссуды, брали деньги на хранение, переводили их в другие города и страны. Так появились первые банки, менялы стали банкирами (в пер. с ит. «банки» означают «меняльный стол»). Первые банки возникли на севере Италии.■

Началом раннего Нового времени принято считать рубеж между XV и XVI вв., когда началась эпоха Великих географических открытий (продолжавшаяся вплоть до середины XVII в., а по мнению некоторых ученых, до второй половины XVII в. и даже XVIII в.), а концом этого времени большинство исследователей считают середину XVII в. Раннее Новое время характеризовалось ростом производительных сил, ускоренным развитием общественного и географического разделения труда, товарного производства. Изменились география и структура мировой торговли. Можно считать, что именно с этого времени возникают мировое хозяйство, международное географическое разделение труда, мировой рынок.



Товарный обмен продукцией ремесла и сельского хозяйства происходил преимущественно в местных рамках.



Итальянский банк. XIV в.

Существовало неписаное правило, по которому крестьянин в течение светового дня должен был добраться до городского рынка, сбыть там свою продукцию, купить необходимые ремесленные изделия и возвратиться домой. Ассортимент товаров во внутренней торговле был довольно ограниченным. Большим тормозом в развитии торговли было отсутствие должных путей сообщения (т. е. плохие дороги), а также многочисленные налоги на дорогах (ведь это была эпоха существования мелких феодальных государств, на границе каждого из которых взимались подати. В XIV в., например, только на Рейне были 64 такие заставы, на Эльбе — 35, на Луаре — 74. Кроме того, в случае кораблекрушения действовало береговое право, которое позволяло владельцу земли конфисковать перевозимые товары. Чтобы увеличить число кораблекрушений, феодалы устраивали ложные маяки.■

Взвешивание денег. Картина К. Массейса «Меняла с женой».





Флорентийские менялы.

Эпоха первоначального накопления капитала обусловила появление различного рода монополий, суливших особо высокие прибыли. В первую очередь это относилось к торговым монополиям, боровшимся за новые, прежде всего заморские, рынки. Сначала подобные компании лишь регулировали деятельность купцов данной страны по торговле с определенными районами земного шара, оставляя за ними право принимать конкретные решения. Однако по мере усиления конкурентной борьбы за рынки этого оказалось недостаточно, и купеческие капиталы стали объединяться. Так возникли монопольные торговые компании, существовавшие на акционерных началах за счет паевых взносов своих членов.■

Все древние очаги цивилизации были мало связаны друг с другом. В эпоху Великих географических открытий европейцы «сплели» мир в единое целое, придав нарождающейся технической цивилизации глобальный характер.

Фактором, объединившим человечество, стал Мировой океан. Во многом ход и размах Великих географических открытий были предопределены успехами развития морского транспорта (появились новые типы судов, возросли их тоннаж и скорость передвижения), хотя следует отметить, что по сравнению со Средневековьем объем сухопутной торговли тоже стал возрастать.

В XVI в. европейская цивилизация активно проникает на Восток, начинаются колониальные захваты. Колонии становятся основными источниками поступления в Европу важнейших товаров. Уже в XVI в. сложились первые колониальные империи — португальская и испанская. Испания и Португалия фактически разделили мир на два больших рынка — западный и восточный, при этом торговля внутри этих рынков шла в основном между метрополией и ее колониями. Испания держала в своих руках западный американский рынок (из Центральной и Южной Америки непрерывным потоком шли в метрополию драгоценные металлы и камни, пряности, ценные породы дерева, красители, табак, кофе, какао, сахар). В отличие от Испании Португалия стала полновластным хозяином на восточном азиатском рынке, завоевание которого началось с Индии, откуда уже в 1503 г. в метрополию пришел первый крупный караван с пряностями (черный перец, кардамон, имбирь), а впоследствии вывозились также чай, индиго, опиум, шелк. Определенное, хотя и меньшее, значение имели торговые связи Португалии с Африкой, откуда вывозили золото, слоновую кость и рабов, и с Америкой (из Бразилии поступали сахар, кофе, тропическая древесина).

Нидерланды, Англия и Франция также вели борьбу за обладание колониями, т. е. борьбу за рынки. Исключительно важную роль в становлении мирового рынка сыграли монопольные торговые компании этих стран.■



Старый рынок во Флоренции. XVI в. Рост населения, расширение городов, улучшение транспортных сообщений и ускорение финансовых расчетов – все это сделало Ренессанс эпохой развития торговли и ремесла.

Индустриальная эпоха XVIII – XIX вв.

В последней трети XVIII в. «созрели» все необходимые условия для перехода от аграрного хозяйства и сопутствующих ему производств (особенно мануфактуры) к фабричному производству (т. е. от ручного труда к машинному).

Известный немецкий историк К. Ясперс писал, что мировая история началась, по существу, только в конце XVIII в. – века техники. До этого времени мир, по его мнению, не был связан воедино. В результате изобретения рабочей машины, которая заменила применявшиеся до этого примитивные ремесленные инструменты, произошел промышленный переворот (промышленная революция). В дальнейшем машинное производство прошло еще несколько этапов своего развития.

Новое время стало периодом не виданного раньше развития производительных сил. Промышленный переворот в европейских странах протекал на протяжении целого века. Первой вступила на этот путь Англия (в конце XVIII в.), за ней Франция (в середине XIX в.), в последние десятилетия XIX в. – Германия, а в начале XX столетия — США и Япония, при этом глубина и масштабы этого процесса в разных странах существенно отличались.

Известно, что капиталистическая индустриализация в Англии и других странах началась с получившей развитие еще в Средневековье текстильной промышленности. В течение всего Нового времени эта отрасль (наряду с пищевкусовой) по числу занятых занимала в структуре промышленного производства первое место. Из отраслей тяжелой промышленности до конца XIX в. наибольшее значение приобрели металлургия и металлообработка, добыча топлива и сырья, судостроение.■



Французская ткацкая фабрика. XIX в.

В черной металлургии в XVIII в. были сделаны крупные технические усовершенствования. Широкое распространение получил способ производства чугуна с использованием каменноугольного кокса, открытый еще в 30-е гг. XVIII в. английским промышленником Абрахамом Дерби. Англичанин Генри Корт оформил патент на пудлинговую (от англ. puddle — перемешивать) печь, в которой происходил передел чугуна в малоуглеродистое тестообразное железо. На смену мехам, приводившимся в движение водяным колесом, пришли воздуходувные машины. Большой прогресс наблюдался и в обработке металла. В Англии был сконструирован токарно-винторезный станок с самоходным суппортом (от лат. supporto – поддерживаю), что положило начало созданию целой серии станков.■

Металлургический завод. XVIII в.

Англичане первыми стали использовать каменноугольный кокс.





В конце XIX в. возникают станкостроение и некоторые другие виды машиностроения, а на рубеже XIX – XX вв. — автомобилестроение, которое быстрее других перешло к крупносерийному выпуску продукции. Оформились в отдельные отрасли химическая и нефтяная промышленность, электроэнергетика. Совершенствовалась военная техника. Промышленное развитие способствовало концентрации предприятий обрабатывающих отраслей. Уже в XIX в. появляются добывающие, угольно-металлургические, текстильные и другие промышленные районы.■



Индустриальная революция в Японии. XIX в.

С промышленной была тесно связана и транспортная революция. Начавшись с применения на транспорте паровой машины (производными которой стали паровоз и пароход) и получив новый импульс после изобретения двигателя внутреннего сгорания, транспортная революция привела к созданию автомобиля, самолета и теплохода. Из сухопутных видов транспорта наибольшее значение во второй половине XIX в. приобрел железнодорожный.

Вслед за Европой и Северной Америкой железнодорожное строительство началось и в других регионах (в Индии, Египте, Австралии, а в конце столетия — в десятках стран мира). На морском транспорте перешли от деревянного судостроения к использованию железа и стали и был внедрен гребной винт.

Рубеж XIX – XX вв. отмечен возникновением автомобильного и авиационного транспорта. Одновременно появился городской рельсовый транспорт: конки, трамваи, метрополитен. В XIX в. были проложены первые трубопроводы, а затем произошел полный переворот в средствах связи, состоявший в переходе от оптического к электрическому телеграфу, а в конце века — к телефонной и радиосвязи. Уже во второй половине XIX в. протянулись первые трансокеанские подводные телефонные кабели, что обеспечило небывалую прежде скорость передачи информации. В Англии в 1840 г. была изобретена почтовая марка, что способствовало развитию почтовой связи.

В 1886 г. немецкий инженер Карл Бенц (вспомните название фирмы «Мерседес-Бенц») получил патент на изобретенный им автомобиль и в том же году продемонстрировал публике в городе Мангейме свою «моторизованную карету». Новое транспортное средство завоевывало признание с большим трудом: только спустя два года изобретатель получил «временное разрешение» на езду в автомобиле. Это были первые в истории водительские права. На заре автомобильной эры машины заправлялись горючим в аптеках, где разлитый в бутылки бензин продавался как чистящее средство. Позже в американском городе Сиэтле открылась первая «бензоколонка» — бак со шлангом. Настоящая заправочная станция с насосом впервые заработала в Берлине в 1922 г.■

Важные технические усовершенствования произошли в этот период в горном деле (бурение нефтяных скважин), в химической промышленности (электрохимический способ получения хлора и др.), в легкой промышленности и др.■

Герой романа Ж. Верна «Вокруг света в восемьдесят дней» Филеас Фогг в 1872 г. во время своего кругосветного путешествия уже мог воспользоваться железнодорожным транспортом при переезде из Бомбея в Калькутту, из Сан-Франциско в Нью-Йорк. А Редьярд Киплинг в книге «От моря до моря» описал свое возвращение из Индии в Англию в 1889 г., которое проходило по территории Бирмы, Китая, Японии и США. В этих путевых записках много места уделено железным дорогам. «Железные дороги здесь были еще в диковинку, — пишет Киплинг о Японии, — и матери поднимали на руки своих детей, чтобы те увидели поезд».

Первая в мире подземная железная дорога была открыта в Лондоне в 1863 г. Метрополитен появился в Нью-Йорке (1868), Чикаго (1892), Филадельфии (1907) и в Гамбурге.■

Важным фактором, затруднявшим международную торговлю, в XVIII в. оставалось морское пиратство. В Атлантике самым опасным районом было Карибское (Флибустьерское) море.■

Китобойный промысел. XVIII в.



К концу XIX — началу XX в. ассортимент мировой торговли стал еще более разнообразным. Увеличились экспорт и импорт готовых изделий.

Паросиловая установка Густава Листа в России. XIX в.



Многие страны и прежде всего колонии и полуколонии к этому времени уже специализировались на экспорте продукции горнорудной промышленности: Чили, Северная Родезия, Бельгийское Конго — меди; Британская Малайя, Нидерландская Индия, Боливия — олова; Мексика, Иран — нефти; Северная Африка, Науру — фосфоритов; Канада, Новая Каледония — никеля; ЮАР — золота. И все же большую часть в международной торговле занимали поставки продовольствия и сельскохозяйственного сырья; значительную долю составляла работорговля.■

Промышленный переворот в меньшей степени затронул сельское хозяйство, но тем не менее уже в середине XIX в. в Европе и Северной Америке стали применять более современные сельскохозяйственные машины для обработки почвы, для посева, уборки и молотьбы зерновых. Появились первые колесные тракторы. Начали использовать химические удобрения.



Первый в мире чугунный мост на реке Северен в Англии.

Динамика хозяйственного развития разных стран была очень контрастной. В середине XIX в. Англию называли мировым фабрикантом, купцом. Ее доля в мировой торговле составляла около 1/3. В этот период она лидировала даже в горно-добывающей промышленности мира. Однако «почивание на лаврах» не способствовало модернизации производства, и вскоре конкуренты (США, Германия, Франция) стали теснить англичан, производя более дешевую, массовую и новую продукцию.■

В России общее число мануфактур (среди которых наибольшее распространение получили металлургические и текстильные предприятия) к концу XVIII в. выросло до 1200, однако основой экономики оставалось сельское хозяйство. В XIX в., преодолевая тяготы войны 1812 г., Россия продолжала развивать промышленность, и к середине века в стране уже было более 3000 мануфактур, где трудились около 1 млн. рабочих.

Качественный перелом наступил после отмены крепостного права. Важные государственные реформы создали благоприятные условия для экономического развития России. Небывалый промышленный подъем начался с 90-х гг. XIX в. Прежде всего это коснулось черной металлургии и машиностроения, оборудование для которых почти полностью ввозилось из-за границы. В результате промышленного переворота 90-х гг. XIX в. в России была создана крупная промышленность и разветвленная железнодорожная сеть. Чуть позже, в 1909 — 1913 гг., среднегодовые темпы роста производства достигли 9%. В результате к началу Первой мировой войны по общему объему промышленного производства Россия вышла на 4 — 5-е место в мире. Длина железных дорог только за период с 1900 по 1917 г. выросла с 53,2 до 81 тыс. км.■

Технический переворот в промышленности и на транспорте оказал сильное воздействие и на мировую торговлю, которая стала важной составной частью мирового хозяйства (с 1820 по 1900 г. объем мировой торговли вырос в 80 раз). Увеличение объемов перевозимых грузов обусловило изменение структуры перевозок и территориальное расширение рынка.



Одна из первых железных дорог Нюрнберг — Ферт. XIX в.



Центральный железнодорожный вокзал в Милане. XIX в.

Известие о Крымской войне (1854) дошло до Австралии за 114 дней, известие о франко-прусской войне (1870 – 1871) — за 45 дней, а известие о начале Первой мировой войны (1914) — в тот же день (благодаря телеграфному кабелю). В России первая почтовая марка вышла в 1858 г.■

С развитием парового судоходства началось активное транспортное освоение океанов. Самым судоходным в конце XIX в. был Атлантический океан. В 1866 г. по дну Атлантики был проложен первый трансокеанский телеграфный кабель между Ирландией и Ньюфаундлендом.

Второе место в мировом судоходстве занимал Индийский океан. Регулярное пароходное сообщение между Европой и Индией началось в 1840 г. Главным стимулом развития судоходства в Индийском океане стало сооружение Суэцкого канала, грузооборот которого в 1913 г. составил 26 млн. т. Наибольшее значение он имел для связей Англии с Индией.

Развивалось судоходство и по Тихому океану, где складывались три главных направления морских связей: вдоль берегов Азии, вдоль берегов Америки и между Азией и Америкой (с использованием Гавайских островов в качестве промежуточного узла). Сооружение Панамского канала также оказало сильное воздействие на масштабы и географию грузопотоков в Тихом океане.■

Растущий спрос и удешевление перевозок позволили широко включать в обмен такие массовые грузы, как руда, зерно, лес, уголь, нефть, которые стали перевозиться на очень большие расстояния. При этом железнодорожный транспорт связал между собой внутренние районы большинства континентов, способствуя развитию старых и возникновению новых производящих районов, а морской транспорт содействовал превращению океанов из фактора разобщения материков и стран в фактор их соединения. Так возникло во многом новое, гораздо более глубокое и широкое международное разделение труда, которое привело к формированию крупных региональных рынков.

Европейский рынок в полной мере включал и европейскую часть России: еще в XVIII в. уральский чугун в больших количествах отправляли в Англию, а во второй половине XIX в. начался экспорт российского хлеба в Западную Европу.

К началу XX в. сложилось и южноатлантическое направление, связавшее порты Европы и Южной Америки. Оно также обеспечивало потоки мигрантов и вывоз в Европу сельскохозяйственного и горно-рудного сырья и продовольствия. Еще одно направление перевозок сформировалось с сооружением Панамского канала (1914). В 1915 г. через него проследовала одна тысяча судов.■

К концу второго десятилетия XX столетия мировое хозяйство сформировалось как единое всеобъемлющее мировое капиталистическое хозяйство, вобравшее в себя основные черты и закономерности капиталистического способа производства, капиталистической системы отношений. Этому этапу его истории присущи такие важные особенности, как рост интернационализации хозяйственной жизни, начало межгосударственной специализации производства, международная миграция рабочей силы, обострение конкурентной борьбы между ведущими странами за рынки сбыта, источники сырья и сфер приложения капитала. В этот период образуются международные монополии, усиливается вывоз капитала, все очевиднее становится неравномерность в развитии различных государств.■



Угольные шахты в Англии с устройством на паровой тяге. XIX в.

Мировое хозяйство на современном этапе

Развитие научно-технического прогресса в начале XX в. протекало в значительной степени под флагом милитаризации. Подготовка к войне и военные действия ускоряли развитие машиностроения, в результате чего в массовых количествах стали производить технику, которой раньше вообще не было. На суше появились «бронированные чудовища» — танки, в воздухе — военные самолеты. Возникла авиационная промышленность. На море параллельно с усовершенствованием надводных кораблей шли работы по созданию подводных лодок. Для военных нужд активно работала химия, поставлявшая в огромных количествах взрывчатые и отравляющие вещества.

К середине XX в. практически сформировалась современная макроструктура промышленности, в которой на 9/10 преобладали обрабатывающие производства, а машиностроение стало ведущей отраслью. Так же как и в начале века, подавляющая часть индустрии была сосредоточена в Европе и Северной Америке (США и Канада) с той лишь разницей, что Европа потеряла свои лидирующие позиции. Межвоенный период характеризовался неравномерностью экономического развития отдельных стран мира. В результате Первой мировой войны произошло дальнейшее усиление позиций США и значительное уменьшение (к 1920 г.) промышленного потенциала Германии и Советской России. Период экстенсивного развития старых производств (период «примитивного индустриализма», сопровождавшийся в первую очередь количественным ростом) закончился. Во всем мире численность занятых в промышленности резко увеличилась, и эта важнейшая отрасль материального производства стала проникать на мировую периферию, далеко за пределы Европы и Северной Америки.■

В индустриальной сфере в середине XX в. наступил очередной перелом, связанный в первую очередь с бурным развитием науки и техники. Научно-технический прогресс берет свое начало с момента возникновения науки и техники, т. е. практически с эпохи Средневековья. Протекая с разной скоростью в различных регионах и странах мира, НТР все больше увеличивала разрыв в развитии отдельных стран и территорий. Новейшие производства в послевоенный период способствовали развитию электроники и атомной энергетики, были созданы суда с атомными двигателями. (А ядерное оружие было уже разработано и применено в годы войны.) В 1954 г. в городе Обнинске Калужской области была пущена первая в мире атомная электростанция. Позже введен в строй первый атомный ледокол «Ленин». Началось освоение космического пространства. Были созданы системы спутниковой связи глобального слежения за состоянием природы Земли и др.■

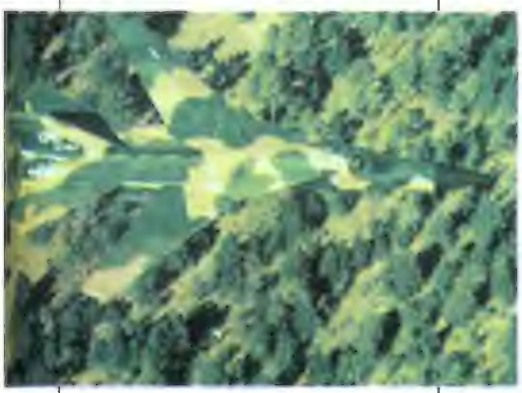
В 1917 г. в Советской России (с 1922 г. — в Советском Союзе) была создана совершенно иная социально-экономическая система. После Второй мировой войны сложилась мировая социалистическая система, в которую вошли наряду с СССР группа стран Восточной Европы, Азии и Куба. Мировое хозяйство приобрело двуединую социально-политическую структуру, превратившись в сложную экономическую систему из двух секторов — мирового капиталистического хозяйства и мирового социалистического хозяйства. Более 40 лет (с 1949 г.) государства — члены Совета экономической взаимопомощи (СЭВ) составляли ядро социалистического хозяйства. Однако такая двуединость мирового хозяйства вовсе не означала его распада. Для мировых экономических отношений нет социальных барьеров. Никакая экономика не может пренебрегать законом стоимости, прибылью таких институтов, как банки.■

Подводный атомоход — гордость Российского флота.



Важнейшим экономическим союзом современности стал Европейский союз (ЕС) — European Union (EU). Договор о Европейском союзе, подписанный 15 европейскими государствами в Маастрихте (Нидерланды), вступил в силу в 1993 г. Целью создания ЕС является дальнейшая интеграция стран-участниц в направлении формирования единого таможенного, финансово-экономического и юридического пространства и проведении согласованной внешней политики, а также выработки единой стратегии безопасности.■

Американский бомбардировщик.





Тяжелый танк.

Объем промышленной деятельности крупнейшей ТНК мира «Дженерал моторс» превышает валовой продукт ЮАР и Турции и даже промышленный потенциал Бельгии и Швейцарии.■

Крупнейшими промышленными ТНК мира до недавнего времени являлись следующие: «Дженерал моторс» (США, автомобилестроение), «Форд мотор» (США, автомобилестроение), «Эксон» (США, нефтедобыча и нефтепереработка), «Тойота мотор» (Япония, автомобилестроение), «Ройял Датч-Шелл Груп» (Великобритания, Нидерланды, нефтедобыча и нефтепереработка), «Хитати» (Япония, электроника) и др.■

Установка по биологической очистке воды.

В результате глубоких социально-политических и экономических преобразований в конце 80-х — начале 90-х гг. XX в. в странах Восточной Европы и бывших союзных республиках — независимых государствах, образовавшихся с распадом СССР, фактически прекратили свое существование Совет экономической взаимопомощи (СЭВ) и организации Варшавского договора. Перестала существовать мировая социалистическая система, а вместе с нею мировое социалистическое хозяйство как самостоятельный сектор мирового хозяйства. Наступил новый этап в развитии мирового хозяйства: оно становится действительно всемирным хозяйством. В этой сложной, социально противоречивой и в то же время целостной глобальной экономической системе происходит воспроизводство общественного продукта Земли. Эта целостность обеспечивается действием глобального рыночного механизма — мирового рынка. Социальная противоречивость современного мирового хозяйства обусловлена тем, что оно охватывает страны с разными масштабами производства и уровнем социально-экономического развития, с разной степенью удовлетворения потребностей граждан в материальных и социальных благах. Современное мировое хозяйство может функционировать только как рыночное хозяйство, а экономические различия между странами в значительной мере проявляются в зависимости от того, насколько в той или иной стране развиты рынок товаров и территориальное разделение труда, насколько та или другая страна включена в мировой рынок. Законы рыночной экономики обеспечивают саморегулирование и самовоспроизводство этой системы. Благодаря высокой эластичности, способности к перестройке структуры экономики, к переориентации на новые ресурсосберегающие технологии мировое хозяйство успешно приспосабливается к меняющимся условиям.

Для современного процесса развития мирового хозяйства характерны высокая степень экономического взаимодействия между странами, входящими в систему мирового хозяйства, и все возрастающая интеграция, в том числе в связи с перестройкой национальных экономик бывших социалистических стран. Большая роль в процессе интеграции принадлежит транснациональным корпорациям (ТНК), деятельность которых направлена на создание крупных рыночных зон, объединяющих территорию нескольких государств. ТНК базируются, как правило, в экономически развитых государствах, но распространяют свою производственную и сбытовую деятельность на многие страны мира (через свои филиалы).■



Структура мирового хозяйства

Отраслевая структура мирового хозяйства (промышленность, сельское хозяйство, транспорт, торговля и другие элементы материального производства и непроизводственной сферы) постоянно изменялась в пользу промышленности и непроизводственной сферы при сокращении доли сельского хозяйства.

Выделяют трехчленную структуру мирового хозяйства: первичную сферу, или первичные виды деятельности (сельское и лесное хозяйство, в ряде стран — морской промысел, водоснабжение); вторичную сферу, или вторичные виды деятельности (промышленность, к которой, как правило, относят и энергетику, а также строительство); третичную сферу (все отрасли, которые не вошли в первую и вторую сферы, включая транспорт, связь, торговлю, сферу услуг).

Первичные виды хозяйственной деятельности в структуре валовой продукции мира занимают скромное место, хотя их экономическое значение не уменьшается. Их основу составляет аграрный сектор. Доля сельского хозяйства в валовой продукции отдельных стран разная. В наиболее развитых она составляет несколько процентов, а в некоторых развивающихся — больше половины. При этом самые большие масштабы производства в первичной сфере – у наиболее развитых стран мира, располагающих значительными природными ресурсами и большим населением, для которого необходимо производить много продовольствия и других «первичных» товаров. Виды хозяйства, относимые к первичной сфере, получили наибольшее развитие в США, Китае и России. Канада имеет крупное сырьевое производство, а Япония — производство продовольствия.■



Пассажирский лайнер «Елизавета II», совершающий круиз в Исландию.

Углубление международной специализации и обмена привело к особенно тесному сращиванию национальных хозяйств ряда стран. Возникла новая ступень международного разделения труда (МРТ) — международная экономическая интеграция, в рамках которой происходит образование важнейших экономических группировок как регионального, так и отраслевого характера, основанное на проведении ими согласованной политики в области экономики и других сфер жизни общества. Долговременные торговые, валютные и производственные связи между странами «третьего мира» способны создать определенный противовес влиянию экономически развитых стран в этих регионах, дать дополнительные импульсы их экономическому развитию на основе установления равноправных международных экономических отношений.

Особый характер носят торговые отношения России с высокоразвитыми странами Запада. Сегодня на их долю приходится лишь 1% всего объема мировой торговли. После распада Совета Экономической Взаимопомощи существовавшие ранее экономические связи нарушились.■



Подъемный кран на разгрузке в порту.

Символом промышленности сегодняшнего дня стала электроника (в первую очередь микроэлектроника), которая нашла самое широкое применение в производстве и быту. Не менее важен выпуск средств автоматизации, которая сильно изменила характер производства благодаря широкому применению электронно-управляющего оборудования, гибких производственных систем и пр. Подлинный переворот в промышленности совершился благодаря робототехнике. На стыке многих традиционных направлений в промышленности получила развитие биотехнология, обеспечивающая улучшение качества и увеличение объемов производства фармацевтической продукции, средств защиты растений и т. д. На смену традиционным (металл, древесина) приходят

Из 500 крупнейших в мире транснациональных корпораций (ТНК) самое большое число приходилось на корпорации США, Японии, Франции, Германии, Великобритании, Швейцарии, Республики Корея и др. По некоторым оценкам, по объему продаж на первом месте находятся ТНК Японии, действующие в сфере торговли, а затем уже корпорации США.■

Для современного периода мирового хозяйства характерны огромные масштабы происходящего обмена и то, что в торговлю включены не только товары материального производства, но и услуги: международный туризм, финансовая и посредническая деятельность, транспортное обслуживание, обучение кадров и т. п. Современное мировое хозяйство пронизано также потоками капитала и миграционными потоками людей. Все это вместе и составляет международное разделение труда (МРТ).

Степень вовлечения любой страны в МРТ зависит в первую очередь от уровня развития производительных сил. Индустриально развитые государства занимают ведущие места в современном МРТ, специализируясь на выпуске дорогостоящей продукции машиностроения и химической промышленности, в то время как менее развитые страны вынуждены торговать в основном минеральным сырьем и продукцией сельского хозяйства. На степень вовлечения страны в МРТ влияют и географические факторы: экономико-географическое положение, наличие природных ресурсов, природные условия.

Главную роль в МРТ играют социально-экономические условия.■

новые материалы, имеющие несравненно лучшие характеристики. Это новое производство возникло на стыке традиционных — металлургии и химической промышленности. Все большее развитие получает производство средств связи, обеспечивающих передачу и накопление информации. Удивительно быстро в производство и быт входят электронные средства связи, такие, как факс, модем, электронная почта, спутниковая (или космическая) связь.

Внутри традиционных производств формируются новые приоритетные направления. Энергетика оснащается новейшим оборудованием, позволяющим повысить эффективность производства электроэнергии и уменьшить отрицательное воздействие предприятий отрасли на окружающую среду. В химической промышленности расширяется производство полимерных материалов с заранее заданными свойствами. Наиболее динамично развиваются химико-фармацевтическая промышленность и производство парфюмерно-косметической продукции.

Прогресс в потребительском секторе промышленного производства особенно нагляден на примере пищевой промышленности, которая выпускает продукцию так называемых «пяти поколений»: обычные продукты, хранение которых не всегда возможно; консервированные продукты; замороженные продукты; продукты, хранящиеся в упаковке с газовыми смесями, и, наконец, продукты, рассчитанные на приготовление в микроволновой печи (их часто запечатывают в специальную упаковку без доступа воздуха).■

С понятием новейшего производства тесно связано другое — наукоемкое производство. Различают наукоемкие производства по доле расходов на НИОКР (научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы) и по доле лиц, занятых в той же сфере НИОКР, от общей численности персонала данного производства. Для наукоемких производств характерны широкое применение новейших технологий, мировой уровень выпускаемой продукции, высокая экспортность производства, поставка на внешний рынок своих «высоких» технологий.

К середине 90-х гг. XX в. сложился комплекс так называемой информационной экономики, включающей в себя как производство информационного оборудования, так и предоставление различных информационных услуг. В настоящее время усиливается роль третичной (непроизводственной) сферы при ослаблении значения производственных секторов. Таким образом, на смену индустриальной пришла постиндустриальная эпоха, характеризующаяся постоянным увеличением доли нематериальной сферы, которая стала главной в мировой экономике.■



Сельскохозяйственная техника Австралии.



Энергетика

Энергетика — одна из базовых отраслей промышленности. Развитие энергетики — непременное условие становления и совершенствования развития других отраслей промышленности и всей экономики государства.

Основу энергетики составляют топливная промышленность (добыча и переработка различных видов топливно-энергетического сырья) и электроэнергетика, а также средства доставки топлива и энергии (нефте- и газопроводы, электронный транспорт – ЛЭП и т. д.).

Решающую роль в мировом энергопотреблении играют топливно-энергетические ресурсы, к которым относятся полезные ископаемые, идущие на производство энергии (нефть, каменные и бурые угли, горючий газ, уран, битуминозные сланцы). Гидроэнергоресурсы используются пока гораздо скромнее, а нетрадиционные источники энергии (солнце, ветер, приливы, геотермальная энергия, биомасса и др.) незначительно влияют на структуру топливно-энергетического баланса.

К середине XXI в. ожидается резкое увеличение численности населения планеты с 6 млрд. человек в 1999 г. до 11 млрд. человек в 2030 — 2050 гг. А потому и увеличится потребление энергоресурсов с нынешних 13,2 млрд. т до 21 — 30 млрд. т условного топлива в год.

В настоящее время 2 млрд. человек из четырехмиллиардного населения развивающихся стран лишены возможности пользоваться электроэнергией и другими видами топлива. Разрыв в потреблении энергии на душу населения между развитыми и развивающимися странами стал уже се-



База Вьетсовпетро по строительству нефтяных платформ.

Разведанные запасы нефти в мире составляют около 140 млрд. т, а общие (суммарные) запасы – примерно в 2,5 раза больше. Выявленные запасы нефти размещены крайне неравномерно: 74,1% их сосредоточено в зарубежной Азии, причем 65,2% приходится на Ближневосточный регион; 16,1% подтвержденных запасов мира находится в Америке, 7,6% — в Африке и всего 2% — в Европе; доля Австралии и Океании в глобальном балансе запасов нефти незначительна. В региональном плане лидируют страны Персидского залива: Саудовская Аравия (27% мировых запасов), Ирак (10,3%), ОАЭ (10,1%), Кувейт (10%), Иран (9,1%). В других регионах наибольшие подтвержденные запасы установлены в Венесуэле (6,7%), Мексике (5,1%), Ливии (3,1%), Китае (2,5%), США (2,3%), Нигерии (2,2%), Норвегии (0,9%). Россия по разведанным запасам нефти занимает седьмое место в мире, а запасы азиатских стран СНГ составляют 1,2% мировых.■

Нефтепровод на Аляске протяженностью 1300 км.



микратным. Страны Азиатского региона (в том числе Китай и Индия) имеют низкие показатели электропотребления на душу населения, а страны Африканского региона – самые низкие (0,4 — 0,5 мВт · ч). Однако именно в этих регионах в последние годы наблюдается тенденция многократного роста энергопотребления. Предполагается, что уже в первые два десятилетия XXI в. развивающиеся страны с населением около 7 млрд. человек может охватить «энергетический бум», и это неизбежно будет сопровождаться конкурентной борьбой на мировом рынке сбыта и поставок энергоресурсов. В то же время жестким ограничителем привычных методов и форм использования традиционных видов энергии стали растущие экологические проблемы. Только выбросы диоксида углерода, образованного в результате сжигания органического топлива, в последние годы составили 300 млрд. т. И это количество в ближайшие 30 — 40 лет удвоится! Однако, несмотря на это обстоятельство, по оценкам экспертов, преимущество в структуре топливно-энергетического баланса на ближайшие десятилетия сохранится за ископаемым топливом. И хотя обеспеченность мировой энергетики запасами органического топлива особых опасений у ученых и специалистов пока не вызывает, уже сейчас на первый план выступают проблемы территориального размещения ресурсов, ухудшения их структуры и конкурентоспособности с позиций эколого-экономической эффективности и безопасности.■



Возгорание газа.

Концепция «Новая энергетическая идея на XXI в.» (принята Международной общественной топливно-энергетической ассоциацией – МТЭА) исходит из понимания того, что все беды на Земле происходят не из-за недостатка ресурсов или технического несовершенства, а от расточительного использования ресурсов, от безответственного отношения человека к своей судьбе и судьбе общества в целом. Предполагается, что в XXI в. основное внимание будет уделяться постоянному росту производства и потреблению «чистых» и возобновляемых источников энергии, а главной стратегией развития энергетики станет энергосбережение, хотя и нефть, и газ, и уголь, и ядерное топливо сохранят важную роль. Наряду с этим будут активно вестись геологоразведочные работы по поиску нефти и газа, чтобы не допустить резкого снижения добычи и «искусственного» дефицита топлива. Необходимо также кардинально повысить отдачу нефтяных и газовых пластов (сейчас более половины запасов используемых месторождений при существующих технологиях добычи остаются неизвлеченными). В угольной отрасли должно быть проведено ускоренное переоснащение, чтобы в ближайшие 30 лет подготовить ее ресурсную и технологическую базу к новой «угольной волне», наступление которой ожидается во второй половине XXI в.■

В России известно более 1800 нефтяных и газовых месторождений. Около 84% ресурсов приходится на сушу, около 16% — на шельфы акваторий. В континентальной части России выделяют шесть крупных неф-



Добыча нефти в море.

Концепция «Новая энергетическая идея на XXI в.» предполагает два этапа развития мировой энергетики. На первом, охватывающем период до 2030 г., приоритет отдается природному газу и интенсификации энергосбережения. Предполагаемый к концу этого этапа почти двукратный рост мирового производства газа, основную долю которого обеспечит российская газовая промышленность, даст выигрыш в 25 — 30 лет, что позволит предотвратить резкий спад производства нефти, пока не будут найдены новые источники энергии. На втором этапе, с 2031 г. до середины XXI в., должны быть решены проблемы уравновешивания долей нефти, угля и газа в структуре производства и потребления энергоресурсов. Стратегическая задача второго этапа — формирование мощной самостоятельной отрасли энергетики «Новые источники энергии» и подготовка ресурсно-технической базы угольной промышленности и атомной энергетики.■

Гигантские панно освещают ночной город.



тегазоносных регионов. Около 68% ресурсов и запасов страны сосредоточено в Западно-Сибирском регионе.■



Добыча нефти в море.

Добыча нефти осуществляется в 95 государствах мира, однако только в трети из них превышен уровень добычи в 10 млн. т в год. Разработка нефтяных месторождений производится на всех континентах (кроме Антарктиды) и в акваториях всех океанов, но роль отдельных регионов в суммарной мировой добыче неодинакова. Ведущее место среди зарубежных стран принадлежит государствам Азии (44,5% общей добычи), причем только на страны Ближнего и Среднего Востока приходится 31,6% суммарной мировой добычи; доля государств США составила 30,5%, африканских — 11,9%, европейских — 11,7%, доля стран Австралии и Океании в мировой добычи нефти ничтожна.■

В мире на начало 1996 г. насчитывалось 705 нефтеперерабатывающих предприятий общей мощностью 3722 млн. т в год. Эти предприятия распределены по земному шару гораздо равномернее, чем месторождения самой нефти. По существу, каждое более или менее крупное государство создает собственную систему нефтеперерабатывающих предприятий, часто рассчитывая выпускать продукты не столько для удовлетворения нужд национального потребления, сколько на экспорт.■

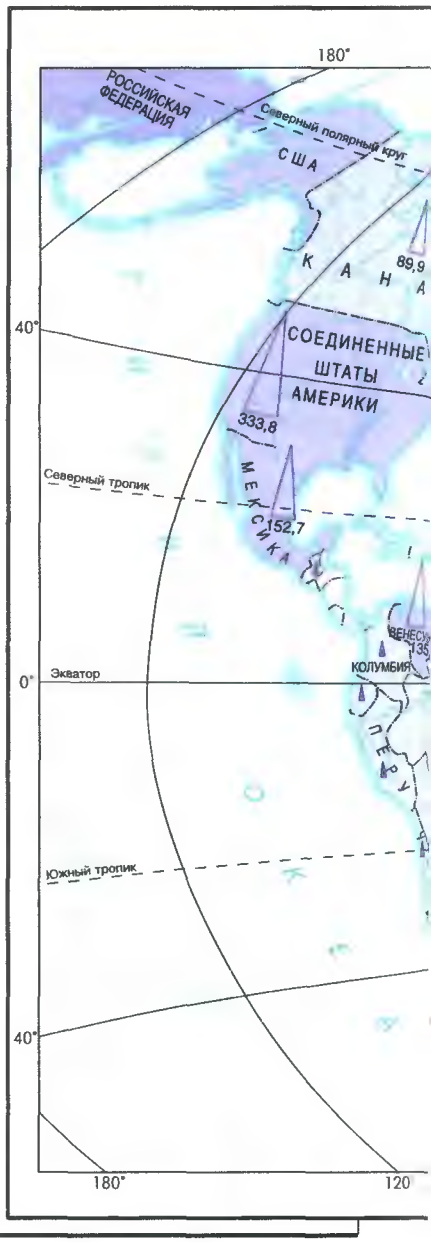
На международных морских путях в узловых точках (например, в Сингапуре или на Виргинских островах) создаются солидные нефтеперерабатывающие предприятия, работающие на импортном сырье. Они предназначены главным образом для обслуживания транзитного морского транспорта. Тем не менее наибольшая концентрация таких производственных мощностей отмечена в промышленно развитых государствах, что вполне объяснимо насущной экономической необходимостью. Самая мощная структура нефтепереработки создана в промышленно развитых странах Европы, Восточной Азии и Северной Америки. Крупнейшим потребителем нефти и газа в большинстве стран мира является энергетический сектор. В 1998 г. доля нефти в мировом производстве энергии составила 40%, а природного газа — 23%. В зависимости от экономического развития региона (а также от наличия альтернативных и восполнимых источников энергии) эта доля может существенно меняться.■



Современная бензоколонка.

Международная торговля нефтью и нефтепродуктами постоянно увеличивается в объеме в соответствии с возрастающим спросом на них. Около 3/4 мирового нефтяного экспорта приходится на долю стран «третьего мира», в том числе около 2/3 — на до-

Каждый вид топлива обладает определенной теплотворной способностью. Так, при сгорании 1 т каменного угля выделяется $27{,}91 \cdot 10^3$ МДж энергии; 1 т нефти — $41{,}87 \cdot 10^3$. Для сравнения различных видов топлива, а также для общих топливно-энергетических расчетов пользуются следующими единицами: «тонна условного топлива в угольном эквиваленте» (сокращенно — ТУТ), ее теплота сгорания аналогична теплоте сгорания 1 т антрацита; «тонна условного топлива в нефтяном эквиваленте» (ТУТ в нефт. экв.), имеющая теплоту сгорания 1 т нефти, и т. д.■



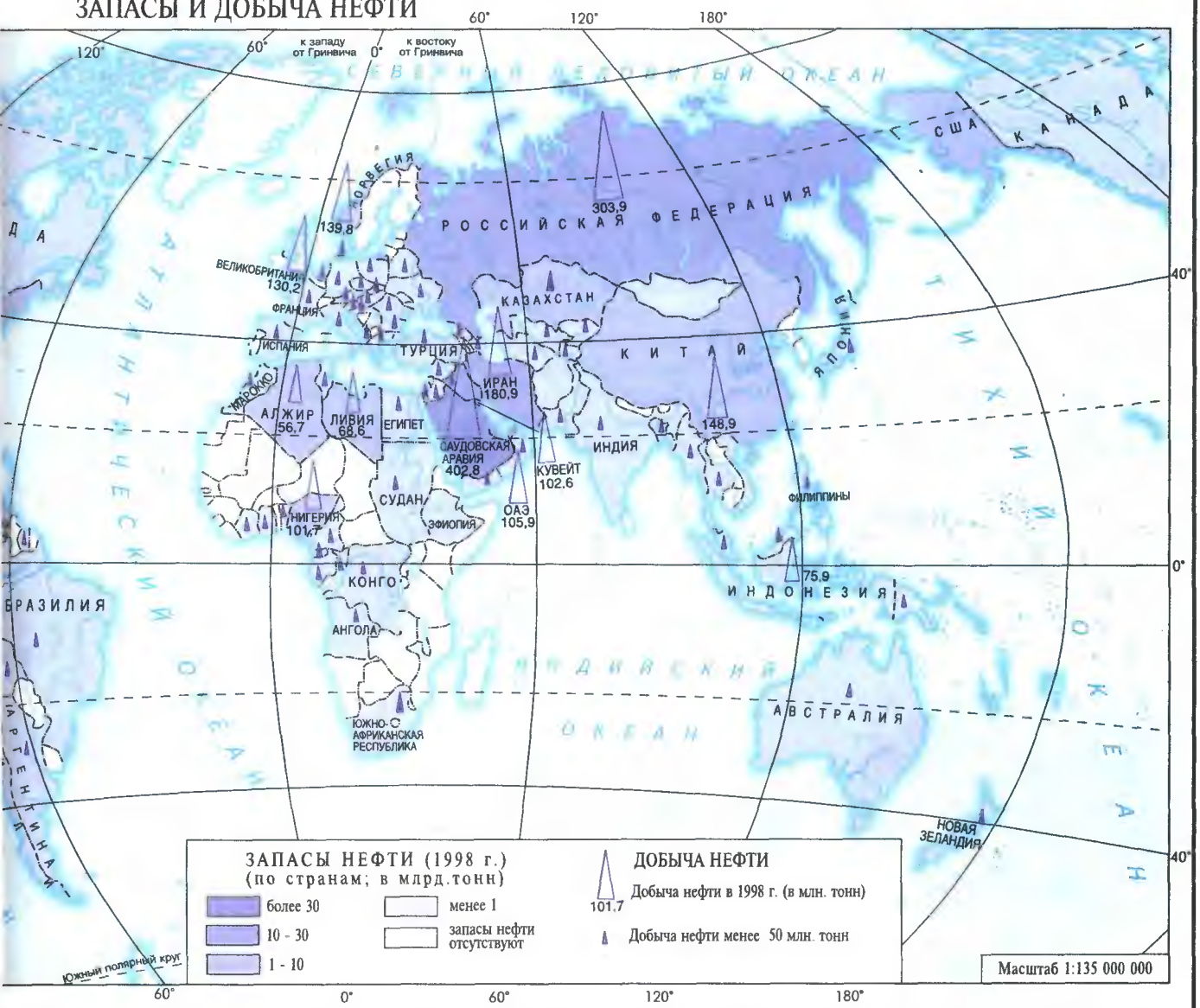


Промышленный крекинг.

лю стран – членов ОПЕК. Общий объем торговли нефтью постоянно увеличивается, что обусловлено возрастающим спросом на нефть прежде всего в таких промышленно развитых государствах, как США, Германия, Япония, Канада и др. Важную роль играет также рост потребления нефти в странах Юго-Восточной Азии (Китае, Южной Корее, Сингапуре, Тайване, Индии), Бразилии и других государствах с бурно развивающейся обрабатывающей промышленностью. Ведущее место среди стран – импортеров нефти занимают США (до четверти всего мирового импорта), Япония (около 15%), западноевропейские страны (около 30%).

В 1994 г. количество импортированной в США нефти впервые превысило объем нефти, добытой в стране. В дальнейшем ожидается неуклонное повышение доли ввозимого сырья. Импорт США в значительной степени ориентирован на ближайших соседей.■

ЗАПАСЫ И ДОБЫЧА НЕФТИ



Российский экспорт нефти постоянно растет. Около 71% экспортируемой нефти направляется в страны дальнего зарубежья (прежде всего в Германию, Польшу, Чехию, Словакию, Венгрию), остальное — в страны ближнего зарубежья (главным образом на Украину и в Белоруссию). Около 44% экспортных поставок в дальнее зарубежье (36 — 39 млн. т в год) осуществляется через нефтепровод «Дружба». Отгрузка нефти через экспортные терминалы производится как в российских портах (Новороссийск, Туапсе), так и в портах других стран (Вентспилс, Одесса). Среди российских нефтедобывающих компаний ведущее место в экспорте нефти занимают «Роснефть», «Сургутнефтегаз», «ЛУКойл», «Татнефть».



Систематически увеличивается также экспорт нефтепродуктов из России: 43,6 млн. т в 1995 г. по сравнению с 25,3 млн. т в 1992 г.

Цены на нефть в 1991 — 1995 гг. в целом понижались, но с 1999 г. они заметно вновь выросли, превысив в 2000 г. 35 долларов за 1 баррель.■

На природный газ в современном мировом топливно-энергетическом балансе приходится 23%. Начальные ресурсы природного газа оценены в 546 трлн. м^3, разведанные — 147 трлн. м^3. Ресурсы природного газа обнаружены на всех континентах: 45,6% из разведанных запасов сосредоточено в недрах Азии; на долю Северной и Южной Америки приходится около 10%; Африки — около 7%; Европы — около 5%; Австралии и Океании — менее 1%. Среди отдельных стран ведущее место принадлежит России — более 1/3 запасов; примерно 1/3 запасов сосредоточена в странах Ближнего и Среднего Востока (Иран, Катар, ОАЭ, Саудовская Аравия, Ирак); в США — более 3%; выделяются Индонезия, Нидерланды, Канада, Туркменистан (2%), Узбекистан (1,3%), Казахстан (1,2%).

Всего в мире на начало 1990 г. насчитывалось 26 556 газовых месторождений, из них свыше 76% расположены в США; около 7% — в Канаде; в остальных регионах планеты – около 17% месторождений. Подавляющее большинство объектов (около 92%) — мелкие. К категории гигантских (с запасами свыше 140 млрд. м^3) и супергигантских (с запасами свыше 1,4 трлн. м^3) относится всего 0,4% месторождений. В категории суперги-



Трасса нефтепровода компании «Сибнефть».

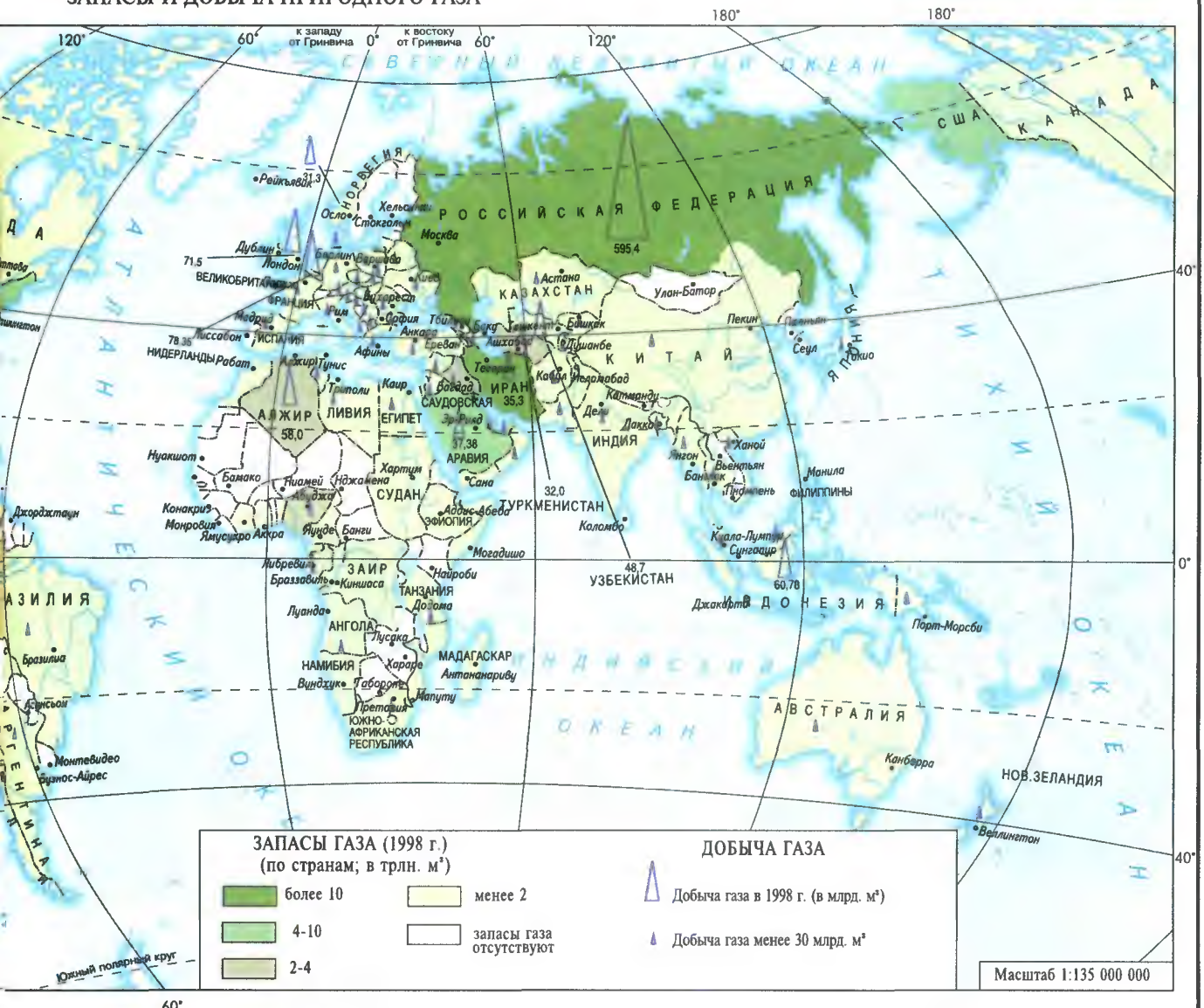
В добыче нефти ведущее место в мире принадлежит Саудовской Аравии. В 1997 г. там было добыто 417,5 млн. т. Далее следуют: США — 322,6 млн. т (11,6%); Россия — 305,8 млн. т (более 9%); Иран — 181,6 млн. т (6,4%); Китай — 159,4 млн. т (5,3%); Венесуэла — 159,1 млн. т; Норвегия — 157,4 млн. т (4,9%); Мексика — 151,1 млн. т (более 5%); Великобритания — 127,1 млн. т (4,5%); Объединенные Арабские Эмираты — 112,6 млн. т (около 4%); Кувейт — 105,1 млн. т (3,5%).■



Точное исчисление энергетических ресурсов планеты затруднено из-за разной степени изученности земных недр и разной методологии подсчетов. Общие запасы минерального топлива в мире (без учета возобновимых) составляют 13 — 18 трлн. т условного топлива. Суммарные извлекаемые запасы топлива равны 6,5 — 8,0 трлн. т условного топлива, из них более 1 трлн. т относится к категории разведанных запасов, среди которых 7% приходится на традиционную нефть, 9% — на сланцевую и битуминозную, 5% — на природный газ и 79% — на уголь.■

гантских к 1990 г. по всему миру было известно 15 месторождений, из них 9 расположены в странах СНГ, 4 — в районе Персидского залива. Из 87 гигантских месторождений 35 расположены на территории СНГ, 15 — на Ближнем и Среднем Востоке, 9 — в США, 7 — в Канаде, по 5 — в Западной Европе и Австрало-Азиатском регионе. На территории СНГ в 1990 г. насчитывалось 756 месторождений, 65% которых относились к категории мелких. Наиболее значительные месторождения мира по концентрации запасов находятся в России (Бованенковское, Новопортовское, Ямбургское, Уренгойское, Медвежье и другие в Западной Сибири; Штокмановское на шельфе Баренцева моря); в Иране (Парс, Кенган); в Алжире (Хасси-Рмель); в США (Панхэндл-Хьюготон); в Нидерландах (Гронинген, Слохтерен); в Норвегии (Троль) и др.■

ЗАПАСЫ И ДОБЫЧА ПРИРОДНОГО ГАЗА



Обеспеченность природным газом по континентам и крупным регионам составляет: Ближний и Средний Восток — более чем на 320 лет; Африка — 118 лет; СНГ — 80 лет; Центральная и Южная Америка — 74 года; Австралия, Океания, Южная и Восточная Азия — 46 лет; Европа — 21,5 года; Северная Америка — 12 лет.

По обеспеченности добычи среди отдельных государств абсолютное первенство принадлежит Нигерии — 775 лет, но столь высокий показатель получился не за счет величины запасов, а из-за скромных объемов нынешней добычи газа в стране. Исключительно высока обеспеченность добычи природного газа в регионе Персидского залива (кроме Бахрейна): Иран — 600 лет; Катар — 526 лет; Кувейт — 250 лет; ОАЭ — 215 лет; Саудовская Аравия — 134 года; Оман — 127 лет. Обеспеченность добычи в Ираке – свыше 900 лет, но это объясняется ограниченностью добычи в результате применения экономических санкций. Высока обеспеченность добычи в некоторых государствах Азии (Китай — 95 лет; Малайзия — 66 лет; Пакистан — 57 лет), Африки (Алжир — 60 лет, Египет — 57 лет), Латинской Америки (Венесуэла — 133 года; Мексика — 67 лет; Колумбия — 58 лет). Среди европейских стран наиболее высока обеспеченность добычи Норвегии — 43 года.■

Мировая добыча природного газа неуклонно растет; по сравнению с серединой 60-х гг. XX в. она утроилась. В 1997 г. суммарная товарная добыча природного газа в мире составила более 2,3 трлн. м³. Ведущее место в добыче среди континентов и крупных регионов занимает Северная Америка — 33,7% суммарной мировой добычи, затем идут государства СНГ (31,1%), Западной Европы (10,5%), Австралии, Океании, Южной и Восточной Азии (9,5%), Ближнего и Среднего Востока (6,6%), Африки (4%), Центральной и Южной Америки (3,6%). Из государств мира лидируют США (около 600 млрд. м³) и Россия (около 540 млрд. м³). Высокими показателями отличаются Канада (более 150 млрд. м³), Великобритания (около 90 млрд. м³), Нидерланды (около 70 млрд. м³), Индонезия (около 70 млрд. м³), Алжир, Узбекистан, Саудовская Аравия, Иран и др.

В России больше всего природного газа добывается в Западно-Сибирском регионе — свыше 90%; доля Урало-Поволжского региона составляет около 7%, а на все остальные регионы приходится менее 3%. Среди добывающих природный газ компаний абсолютным и бесспорным лидером является РАО Газпром – около 94% всей российской добычи газа.■

Потребление природного газа хотя и медленно, но растет. Более 60% суммарного объема потребления в 1997 г. приходилось на долю промышленно развитых стран, среди которых ведущее место занимают США (около трети используемого в мире газа), затем следуют Германия (около 5%), Великобритания (около 4,5%),



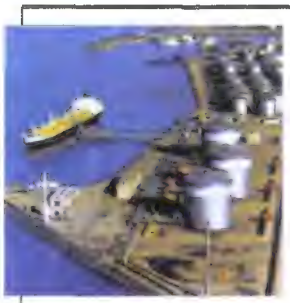
Газопровод протяженностью более 9 тыс. км снабжает потребителей Северо-Западного региона России.

Российский экспорт природного газа составил в 1998 г. около 130 млрд. м³ (максимальный экспорт природного газа из России до этого периода пришелся на 1996 г. — 196,5 млрд. м³), при этом в страны дальнего зарубежья отправляется 56 — 57% экспортных объемов. Среди покупателей российского газа – Германия (около 28% общего объема поставок в дальнее зарубежье), Чехия и Словакия (около 13%), Италия (около 13%), Франция (около 11%), а всего экспорт осуществляется в 14 европейских государств. Среди стран СНГ основными импортерами российского газа являются Украина (свыше 70% экспорта природного газа из России в страны ближнего зарубежья) и Белоруссия (около 18%), а всего Россия экспортирует газ в восемь бывших советских республик.

За счет международной торговли в настоящее время покрывается чуть более 20% мирового спроса на природный газ. Основными экспортерами природного газа останутся в перспективе Россия, Северная Африка, Ближний Восток и Норвегия.■

Хранилище сжиженного газа.





Установка по морской добыче угля.

Канада (около 3,5%), Япония и Италия (по 3% в каждой). Доля развивающихся стран в суммарном потреблении природного газа превысила уровень 20%, причем наиболее значительны объемы потребления в Саудовской Аравии, Иране, Мексике, Венесуэле, Индонезии, Алжире, Аргентине, ОАЭ.■

Международная торговля природным газом растет пропорционально увеличению его мирового потребления. Если в 1987 г. объемы экспортно-импортных поставок в мире составляли 56,1 млрд. м^3, то в 1997 г. они возросли до 525 млрд. м^3. Общее направление экспортных потоков можно считать установившимся. Значительны поставки сжиженного природного газа из стран Северной Африки в Западную Европу, а также из стран региона Персидского залива и Индонезии в страны Восточной и Юго-Восточной Азии. Основными потребителями африканского газа в Европе являются Франция, Бельгия, Испания, Италия и Португалия. В Азии крупными импортерами газа в настоящее время считаются Япония, Южная Корея и Тайвань, но уже к 2005 г. к ним добавятся Китай, Таиланд, а также Индия.

Внутриконтинентальная торговля природным газом осуществляется главным образом по магистральным трубопроводам. При этом экспортно-импортные потоки связывают в основном соседей: таковы, например, поставки газа из США в Мексику, из Канады в США, из Боливии в Аргентину, с месторождений норвежского сектора Северного моря в Европу. Более далекие, но также внутриконтинентальные поставки идут из России через страны СНГ и Восточной Европы в Западную Европу. Российская газораспределительная сеть — одна из крупнейших в мире. Реализуются новые крупномасштабные проекты. Так, проект «Ямал – Европа» представляет собой трехниточную газотранспортную систему протяженностью 4403 км до границы Германии, способную пропустить около 83 млрд. м^3 газа в год. В настоящее время действуют три выхода российского газа на европейские рынки: один, с незначительными объемами транспортируемого газа, — через Белоруссию, а два основных — через территорию Украины. С вводом газопровода «Ямал – Европа» Украина потеряет монополию на транзит экспортируемого Россией газа. Исследуется целесообразность строительства газовой магистрали «Северный путь» — отвода от газопровода «Ямал – Европа» через Финляндию и Балтийское море в Германию (длина магистрали – 1000 — 1300 км). Обсуждается строительство российского участка газопровода «Голубой поток» протяженностью около 1213 км из России (Изобильное, Ставропольский край) в Турцию (порт Самсун) по дну Черного моря. Отрезок газопровода (396 км), который протянется по акватории Черного моря, будет самым глубоководным трубопроводом в мире (глубина – до 2200 м). Рассматриваются варианты строительства магистральных газопроводов из Восточной Сибири в страны Азиатско-Тихоокеанского региона (от Ковыктинского месторождения в Иркутской области через Монголию до Китая протяженностью 3400 км).

Среднеазиатские государства ищут пути транспортировки газа в обход российской газопроводной системы. Туркмения проложила первый газопровод в Иран и подписала соглашение (совместно с англо-голландской компанией Royal Dutch/Shell) о строительстве газопровода в Турцию через территорию Азербайджана и Грузии.

Цены на природный газ на трех крупнейших региональных рынках (азиатском, европейском и американском) существенно отличаются, а также испытывают большие колебания в зависимости от места добычи, дальности транспортировки, времени года и конъюнктуры на рынке топлива в целом. Российский газ остается самым дешевым на рынке Западной Европы. В последние годы на европейском рынке цены колеблются от 90 до 75 долларов за 1000 м^3. Российский газ в 1999 г. продавался по ценам ниже мировых.■

Добыча нефти.



В последние годы существенная часть добытого природного газа сжижается. Сжиженный природный газ представляет собой в основном смесь пропана и бутана. Сжиженный газ очень удобен для межконтинентальных международных перевозок, которые осуществляет танкерный флот. Установки по сжижению газа в настоящее время построены или сооружаются преимущественно в странах, обладающих крупными запасами природного газа, освоение которых проводится с расчетом на дальние перевозки (Индонезия, ОАЭ, Бруней, Оман, Алжир, Нигерия, Ливия, Венесуэла). Крупнейший производитель сжиженного природного газа в мире – США.■



Торф иногда используют и как удобрение.

Уголь в структуре мирового потребления топливно-энергетических ресурсов занимает 28%. Ископаемые угли известны на всех континентах, на шельфе морей и океанов, а иногда и в глубоководных их частях. Мировые прогнозируемые ресурсы угля до настоящего времени полностью не учтены, а оценки их весьма противоречивы. Так, по прогнозам специалистов России, ресурсы угля в мире на начало 1998 г. составляли около 32,5 трлн. т, из них на суше – приближаются к 24,5 трлн. т (в том числе бурых углей 8,44 трлн. т).



Территория шахты.

Наибольшими прогнозируемыми ресурсами углей обладает Евразия — 14,4 трлн. т. В Северной и Южной Америке сосредоточено 6,33 трлн. т, из них 4,76 трлн. т — бурого угля. Прогнозируемые ресурсы Австралии и Океании оцениваются в 1,51 трлн. т, Африки — 0,22 трлн. т. Существенные ресурсы угля известны в Антарктиде.■



Наиболее крупными прогнозируемыми ресурсами угля (в трлн. т) обладают следующие страны: Китай — 6,5 (1,44 — бурый уголь); Россия — 4,45 (1,32 — бурый уголь); США — 3,6 (2,31 — бурый уголь); Австралия — 1,5; Канада — 0,58; Великобритания — 0,38. Мировые ресурсы коксующихся углей превышают 1 трлн. т. Общие запасы углей всех типов в 83 странах на начало 1998 г. оценивались в 5,5 трлн. т, подтвержденные — в 1,75 трлн. т. Общие запасы каменных углей (в том числе антрацитов) составляют 4,33 трлн. т, подтвержденные — 1,39 трлн. т; бурых углей — 1,17 трлн. т и 0,36 трлн. т соответственно. Первое место по общим запасам углей всех типов занимает Америка — 1,9 трлн. т (34,5% суммарных общих запасов мира), за которой следуют Азия, Европа (включая Россию), Австралия и Африка. Среди развитых капиталистических стран значительными общими запасами углей обладают США, Австралия, Герма-

Добыча угля открытым способом. Красноярская компания «Красуголь».





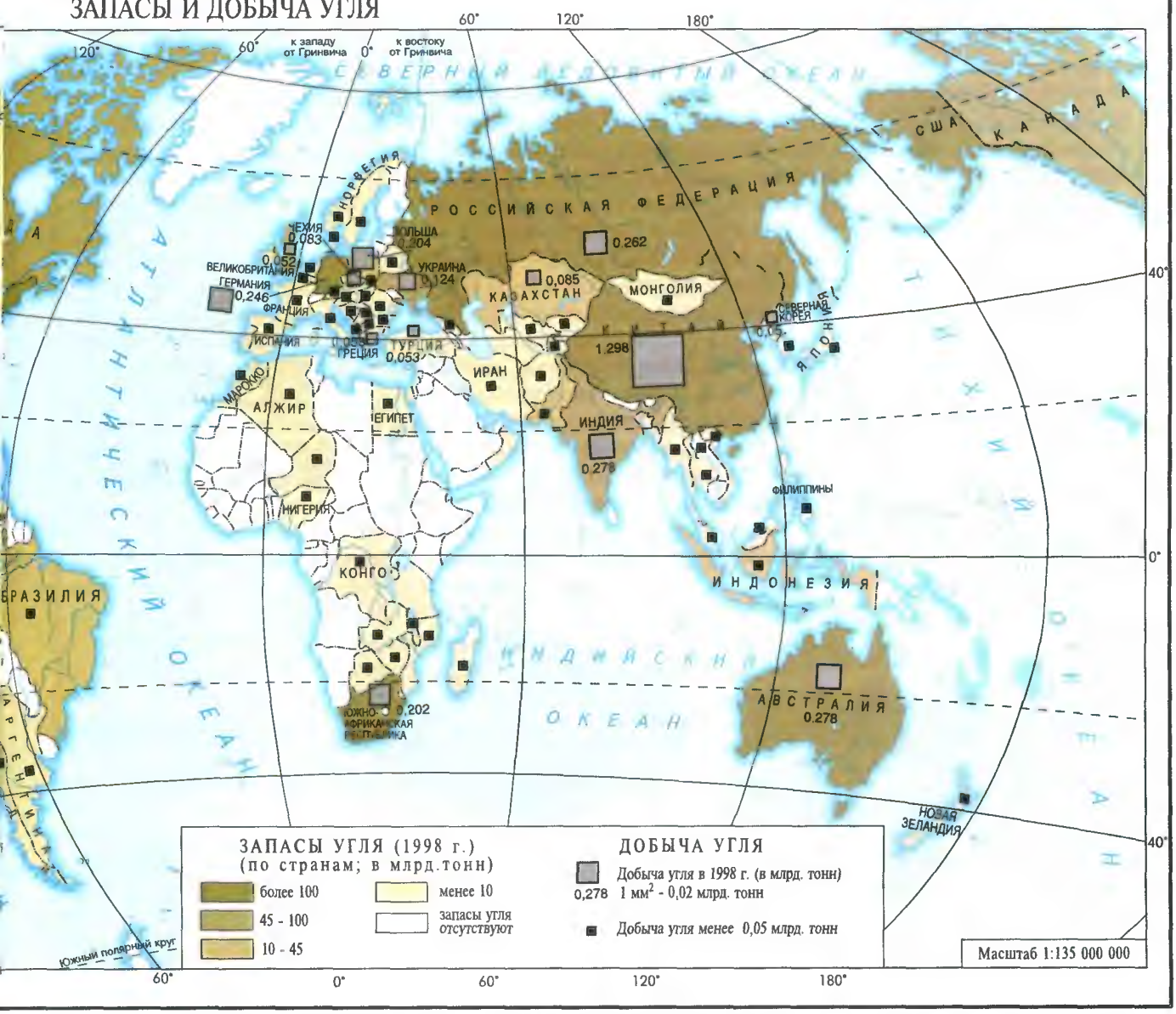
Окончание рабочей смены в шахте.

ния, Канада, Великобритания и ЮАР; среди развивающихся стран — Индия; среди стран с плановой или переходной экономикой — Китай и Россия.

По подтвержденным запасам каменных углей лидируют США, Китай, Россия, ЮАР, Индия и Канада. Крупнейшими подтвержденными запасами бурых углей обладают Россия, Германия, Австралия, США и Китай.■

Условия добычи угля в различных странах крайне разнообразны и зависят в первую очередь от залегания угольных пластов: в странах Европы условия добычи самые сложные; в США, Австралии и ЮАР — наиболее благоприятные. В основных угледобывающих странах средняя глубина отработки ежегодно увеличивается на 10 – 15 м: в Германии она достигла 900 м; в Чехии — 700 м; в Польше и Великобритании — 550 м. В КНР средняя глубина отработки составляет 350 м; в Индии и США — 150 м; в ЮАР

ЗАПАСЫ И ДОБЫЧА УГЛЯ



и Австралии — немногим более 200 м. Добыча угля всех типов по всем континентам и странам мира, снизившаяся в 1993 г. до 4,44 млрд. т, достигла к 2000 г. примерно 5 млрд. т, в том числе 3,8 млрд. т каменных углей (рост на 2,2 %) и 1,0 млрд. т бурых углей (рост на 5,4%). Это возрастание связано с общим оздоровлением мировой экономики и увеличением потребления энергии. В Европе добыча каменных и бурых углей несколько снижается. В Азии наблюдается обратная картина, причем особенно интенсивно растет добыча бурого угля. В Америке и Африке отмечается умеренный рост добычи угля. В Австралии и Океании добыча угля остается на уровне 1994 г. при небольшом (около 1%) падении добычи бурого угля.■

Крупнейшими мировыми поставщиками каменного угля являются Китай, США, Индия, Австралия, Россия, Германия, Польша, ЮАР. Во всех этих странах, за исключением России и Германии, в последние годы отмечается постоянный рост добычи угля. Первое место в мире по производству угля занимает Китай, где на протяжении последних лет добыча угля постоянно увеличивалась: с 1093,79 млн. т в 1991 г. до 1330 млн. т в 1997 г. Среди развитых капиталистических стран лидерство в производстве угля по-прежнему принадлежит США: угледобывающие штаты Вайоминг (25,5% общей добычи); Западная Виргиния (15,9%); Кентукки (14,7%) и Пенсильвания (5,9%). Третье место в мире по добыче угля занимает Индия (296 млн. т), являясь крупнейшим производителем угля среди развивающихся стран. Ведущие угледобывающие компании в мире — «Росуголь» (239,4 млн. т, Россия), «Coal India» (225 млн. т, Индия), «Державуглепром» (94,4 млн. т, Украина), «Peabody Holding» (85,8 млн. т, США), «Cyprus Amax Coal» (73,3 млн. т, США), «Экибастузкомире» (71 млн. т, Казахстан), «Ingwe» (60 млн. т, ЮАР), Laubag (60 млн. т, Германия), «Consol Coal Group» (59,7 млн. т, США).■

Крупнейшими потребителями каменного угля являются Китай, США, Индия, ЮАР, Украина, Польша, Россия; бурого угля — Германия, Китай, Россия, США. Основными отраслями — потребителями угля остаются энергетика, металлургия (коксующиеся угли) и цементная промышленность. В последние годы наиболее значительно увеличилось потребление каменного угля в США и Италии, в то время как во многих развитых странах оно уменьшилось, например в Великобритании, Германии, Австралии и Канаде. В крупнейшей угледобывающей



Складирование добытого угля в Австралии.

Весьма перспективной является биотехнологическая переработка угля, открывающая путь к экологически чистым технологиям добычи, транспортировки и использования угля. Некоторые страны ведут интенсивные исследования в этом направлении. В Российском институте КАТЭКНИИ-уголь выделены три штамма бактерий, которые могут быть использованы для биотехнологической деструкции угля; они включены в государственную коллекцию промышленных микроорганизмов.■



Каменный уголь.



Бурый уголь.

Торф.



стране мира — Китае потребление каменного угля сохранилось примерно на уровне 1994 г. В России резко снизилось потребление этого типа угля (почти на 43%). Значительно увеличилось потребление энергетического угля в странах Юго-Восточной Азии.

Использование угля в качестве источника энергии оказывает неблагоприятное воздействие на окружающую среду. В результате загрязняются грунтовые воды, нарушаются земельные угодья и ландшафты, при добыче в атмосферу выбрасываются серная кислота, углекислый газ и мельчайшие твердые частицы, скапливаются золы и шлаки, выпадают кислотные осадки.■

Объем международной торговли углем за 1992 — 1997 гг. ежегодно возрастал. Эта тенденция, по-видимому, сохранится и в будущем. По прогнозу международных экспертов, к 2010 г. экспорт каменного угля возрастет до 578 млн. т (в 1995 г. — 492 млн. т), а импорт — до 566 млн. т.

Ведущие экспортеры — Австралия, США, ЮАР, Канада, Индонезия, Россия, Китай; крупнейшие импортеры — Япония, Южная Корея, Тайвань, Италия, Нидерланды, Германия.

Цены на уголь на мировом рынке в течение многих лет сохранялись на низком уровне ввиду избытка мощностей по его добыче. В начале 1994 г. отмечался их некоторый рост, который к концу 1994 г. и в начале 1995 г. заметно увеличился. С середины 1995 г. наметились стабилизация и некоторое снижение цен (в 1997 г. — 32 — 44 доллара за 1 т энергетического угля и 35 — 54 долларов за 1 т коксующегося угля).■

Производство и потребление урана с начала 50-х и до конца 80-х гг. XX в. стабильно возрастали. В первой половине 90-х гг. мировые запасы урана, разведанные в недрах, практически оставались на одном уровне, а начиная с 1995 г. вновь стали возрастать, хотя и более низкими темпами. К началу 1996 г. за рубежом они достигли 2254 тыс. т, причем на долю Австралии, Казахстана, Канады, Узбекистана, Бразилии, Нигера и ЮАР приходилось около 80% всех запасов. В начале 90-х гг. мировая уранодобывающая промышленность переживала глубокий кризис, чему способствовали замедление темпов строительства АЭС, вовлечение в потребление крупных накопленных запасов и, как следствие, неблагоприятная конъюнктура на мировом урановом рынке. Только за 1991 – 1994 гг. производство урана в мире сократилось с 47,2 до 31,3 тыс. т. В 1995 — 1996 гг. конъюнктура урана на мировом рынке улучшилась: цена урана увеличилась с 18 — 20 долларов за 1 кг в 1994 г. до 34 — 38 долларов за 1 кг в 1996 г. Его производство снова стало медленно возрастать. Наиболее динамично оно развивается в Канаде (более 10,5 тыс. т в год), Австралии (примерно 4 тыс. т в год), США (2,5) и Намибии (2,0). В Канаде и Австралии рост добычи обеспечивается благодаря разработке крупных месторождений богатых руд. В ряде стран – крупных потребителях, а в прошлом и производителях урана (Германия, Франция и др.) вследствие исчерпания разведанных запасов добыча осуществляется в незначительных количествах. В странах СНГ добыча урана с начала 90-х гг. уменьшилась в 2 раза.

Мировое потребление урана растет. В настоящее время оно превысило 60 тыс. т. Разрыв между производством

Глобальные проблемы охраны окружающей среды, обострившиеся в конце 80-х гг. XX в., и жесткие меры правительств ряда стран по защите окружающей среды заставили производителей и потребителей угля обратить серьезное внимание на его качество. Это оказало влияние в первую очередь на совершенствование методов обогащения, что позволило значительно снизить содержание серы, зольность угля и соответственно уменьшить их выбросы в атмосферу при сжигании.■

Энергетические ресурсы принято характеризовать числом лет, в течение которых данного ресурса хватит для производства энергии на современном количественном уровне. Если брать оценку количества топлива по всем трем категориям (разведанные, возможные, вероятные), то мировых запасов угля хватит примерно на 300 лет, нефти – примерно на 42 года, газа — на 65 лет, а урана при известных его запасах на сегодня – не более чем на 30 — 60 лет.■

Атомная электростанция.





Ветряные мельницы в Испании.

и потреблением сохраняется на уровне 27 тыс. т, дефицит восполняется за счет складских запасов. Неравномерное распределение добычи и потребления урана между странами — основными производителями и потребителями определяет большой объем мировой торговли. Основными экспортерами являются Канада, Россия (из складских запасов), Австралия, Намибия, ЮАР, Казахстан, Узбекистан; главнейшими импортерами — США, Япония, страны Западной Европы.■

Мировая атомная энергетика в предстоящие десятилетия станет развиваться более высокими темпами, чем другие отрасли топливно-энергетического комплекса. Эксперты Всемирного энергетического совета считают, что к 2020 г. потребление электроэнергии, выработанной атомными станциями, возрастет по сравнению с 1990 г. в 1,83 раза, тогда как потребление нефти — в 1,32 раза, газа — в 1,67 раза, угля — в 1,39 раза. В такой ситуации удовлетворять потребности в уране станет все сложнее, поскольку его запасы в ряде уранодобывающих стран будут истощаться, а складские запасы уменьшаться.■

Возобновимые источники энергии играют важную роль в энергетическом потенциале мира. В настоящее время наибольшее использование получили гидроэнергоресурсы. Возможности использования поверхностного стока для выработки энергии зависят от абсолютного объема стока и скорости водных потоков, которая определяется господствующими уклонами поверхности и свойствами подстилающих пород. Эти факторы во всем мире очень разнородны. Валовой гидроэнергетический потенциал Земли оценивается в пределах от 30 до 50 трлн. кВт·ч, технический потенциал по последним оценкам не превышает 20 трлн. кВт·ч, а экономический составляет 70 — 80% от технического.■

Старинные ветряки в Голландии. Это страна не только тюльпанов, но и ветряных мельниц.

Степень освоенности гидроэнергоресурсов в разных регионах мира различна. В целом по миру она не превышает 17%, но в Японии, например, гидропотенциал освоен более чем на 2/3, в США и Канаде — почти на 3/5, в Европе, за пределами стран СНГ и Прибалтики — на 55%, в Латинской Америке — немногим более чем на 1/10, в Африке — менее чем на 1/20. В некоторых странах возможности дальнейшего освоения экономического гидроэнергопотенциала практически исчерпаны (например, в Швеции, Германии), в других странах их освоение только начинается (например, в Турции). Довольно неопределенны ближайшие перспективы использования нетрадиционных источников энергии (НИЭ), хотя в отдаленном будущем НИЭ, несомненно, будут играть гораздо большую роль.■



Ветровые установки — энергетика будущего.

Технический потенциал ветровой энергии определяется в 300 ГВт, а задействована только ее 1/300 часть. На потенциал энергии морских волн и морских приливов и отливов приходится еще по 30 ГВт. С учетом известных запасов геотермальной энергии (около 60 ГВт) энергопотенциал возобновляемой энергии планеты в целом может быть определен в 2470 ГВт. Кроме того, запасы энергии теплового градиента океана (возможности использования которого пока весьма проблематичны) оцениваются в 350 ГВт.

Важная особенность современного этапа развития энергетики – опережение роста в совокупном конечном потреблении всех видов энергии доли электроэнергетики по отношению к отраслям топливной промышленности, что свидетельствует о более эффективном использовании первичных видов топлива благодаря достижениям научно-технического прогресса (НТП). Внедрение электротехнологий в промышленное производство становится одним из центральных элементов электрификации; увеличивается потребление электроэнергии в сельском хозяйстве и на транспорте, а также в жилищно-коммунальном хозяйстве (причем в ряде стран темпы его даже выше, чем в других отраслях); растут производство и потребление электроэнергии в расчете на душу населения, по которым оценивают уровень социально-экономического развития страны.

Другая важнейшая тенденция, связанная с НТП, – электрификация самого топливно-энергетического баланса, т. е. рост доли первичных энергоресурсов, расходуемых на производство электроэнергии (т. е. все большее потребление не первичных видов энергии, а непосредственно самой электроэнергии).■



Современный ветряк.

Ветровые электростанции в мире обеспечивают 3,7% общего потребления электроэнергии. В ближайшие 10 лет мощность ветросиловых установок предполагается увеличить примерно в 2,5 раза. Датчане трудятся над тем, чтобы довести стоимость ветроэнергии до 4,3 — 4,4 цента за 1 кВт·ч. Дания стала мировым лидером в изготовлении современных ветряков. Доля Дании в мировом производстве ветряков достигла 60%. Другие страны Европы тоже стали активнее действовать в этом направлении. Так, в Швеции насчитывается уже более 220 таких станций. Особенно много их на южном побережье страны и на балтийских островах Эланд и Готланд. На Готланде ветряки обеспечивают уже 6% всей потребляемой энергии.■

Будущее развитие солнечной энергетики ученые многих стран связывают с успехами фотоэнергетики и предполагают, что уже в 2010 г. в мире будут построены солнечные электростанции мощностью 115 мВт. Использование солнечной энергии для теплоснабжения помимо экономии топлива способствует сохранению окружающей среды. В целом в масштабе страны этот эффект малозаметен, однако для отдельных регионов он может стать достаточно значительным. Особенно это относится к санаторно-курортным зонам.■



Эта водяная мельница построена в Сирии более 2 тыс. лет назад.

Во многих странах основная доля электроэнергетических мощностей принадлежит государству (Франция, Италия), в некоторых – частным компаниям (США, Япония, Великобритания), в отдельных же странах (Германия) основную роль играют смешанные по капиталу государственно-частные компании. В большинстве промышленно развитых стран созданы единые энергосистемы. В мире существует несколько крупных межгосударственных объединенных энергосистем. Так, объединение в Северной Америке включает региональные энергосистемы США, Канады и Мексики. В Латинской Америке установлены связи между региональными энергосистемами Бразилии, Аргентины, Парагвая и Уругвая; между энергосистемами Венесуэлы, Эквадора, Колумбии и ряда стран Центральной Америки. В Африке имеются связи между энергосистемами Мозамбика и ЮАР, Заира, Замбии и Зимбабве, а также между энергосистемами Алжира, Туниса, Ливии и Египта. В Европе до 1992 г. одной из крупнейших была энергосистема, объединявшая страны – члены СЭВ. Второе объединение в Европе включает Австрию, Бельгию, Германию (в границах прежней ФРГ), Грецию, Испанию, Италию, Люксембург, Нидерланды, Португалию, Францию, Швейцарию и Югославию. Третье объединение («Норд-эл») – энергосистемы стран Северной Европы — Дании, Норвегии, Финляндии и Швеции.■

Тепловые электростанции (ТЭС) в структуре производства электроэнергии выполняют основную роль (62,3%) и работают на минеральном топливе, главным образом на угле, мазуте или газе.

Крупные ТЭС обычно строят в районах добычи топлива либо в местах, удобных для его подвоза (в портовых городах). ТЭС, работающие на мазуте, располагаются вблизи нефтеперерабатывающих заводов, а работающие на природном газе — вдоль трасс газопроводов. Важной тенденцией стало создание многотопливных ТЭС, часто использующих наряду с углем и другие виды топлива, что повышает надежность электроснабжения. Угольный топливно-энергетический цикл — один из наиболее экологически опасных. На начальной стадии этого цикла (добыча угля, особенно при шахтном способе) высока вероятность травматизма и гибели горняков в результате аварий и профессиональных заболеваний. Наиболее опасной для здоровья людей и



Тепловая электростанция.

В России запасы парогидротермальных месторождений оцениваются в 1000 мВт. Они расположены на Камчатке, Сахалине и Курильских островах. Паужетская ГеоТЭС на Камчатке имеет установленную мощность 11 мВт. Есть проекты строительства Мутновской ГеоТЭС мощностью 50 мВт на Камчатке и опытной ГеоТЭС мощностью 3 мВт на основе подземных циркуляционных систем в Ставрополье. Проектируется и океанская ГеоТЭС мощностью 12 мВт на острове Итуруп.■



Плотина Гранд-Кули на реке Колумбия в штате Вашингтон (США).



Огромная сила падающей воды используется в работе ГЭС.

природы считается замыкающая стадия этого цикла, когда при сжигании угля выбрасывается в атмосферу огромное количество углекислого газа, серы, азота, углеводородных соединений, в том числе канцерогенных, а иногда и радиоактивных веществ. Гигантские выбросы углекислого газа создают угрозу глобального потепления климата вследствие нарастания «парникового эффекта». Выбросы окислов азота и серы приводят к возникновению кислотных дождей. Суммарная мощность тепловых электростанций всего мира приближается к 3 млрд. кВт, а выработка электроэнергии вышла на уровень 13 трлн. кВт в год. Более 3/5 всей электроэнергии вырабатывается в промышленно развитых странах, среди которых по суммарной выработке выделяются США, Япония, Китай, Россия, Канада, Германия, Франция, а также Индия.■



Турбины этой гидроэлектростанции находятся в здании, расположенном в основании плотины.

На ГЭС вырабатывается почти 1/5 часть электроэнергии. К числу преимуществ ГЭС относятся более длительные сроки эксплуатации (по сравнению с электростанциями других типов), низкие затраты на производство электроэнергии, возможность аккумуляции потенциальной энергии (путем накопления воды в водохранилищах), экологическая чистота, а к числу недостатков — длительные сроки строительства, большой размер единовременных капиталовложений на единицу мощности, более длительные сроки окупаемости. В связи с этим строительство крупных ГЭС ведется, как правило, за счет государства. На равнинных территориях к указанным недостаткам добавляются большие потери сельскохозяйственных земель в результате затопления, повышение уровня грунтовых вод, развитие эвтрофикации (приводящее к обеднению вод кислородом, «цветению воды», заморам рыбы) и абразии берегов. Развитие электроэнергетики идет путем строительства как крупных, так и малых ГЭС. Особое место занимают гидравлические насосно-аккумулирующие электростанции (ГАЭС). Строительство мощных ГЭС, часто с крупными регулирующими сток водохранилищами, ведется преимущественно в слаборазвитых странах, где еще не освоены гидроэнергоресурсы и велик спрос на электроэнергию в этих либо в соседних странах. Строительство малых ГЭС (большей частью от 20 до 500 кВт) получило широкое распространение как в промышленно развитых, так и в развивающихся странах. Особенно много их в Китае (более 150 тыс.). Практически все крупные действующие ГАЭС находятся в экономически высокоразвитых странах, где они выполняют важную роль, покрывая пик спроса на электроэнергию — «пик нагрузки» в энергосистемах. Больше всего таких электростанций в США и Японии. Среди них есть очень крупные (более 2 млн. кВт). Около 1/2 мощностей ГЭС и выработки на них электроэнергии приходится на США, Канаду и зарубежные страны Европы.■

Крупнейшей в мире будет строящаяся ГЭС «Три ущелья», проектная мощность которой — 18,2 млн. кВт. Работы по ее строительству ведутся в Китае на реке Янцзы. Плотина ГЭС имеет высоту 180 м и длину более 2500 м.■



Россия обладает вторым (после Китая) экономическим гидроэнергетическим потенциалом — 850 млрд. кВт. Выработка электроэнергии на ГЭС составляет 170 млрд. кВт в год. Уровень использования этого энергетического ресурса один из самых низких.

Более 90% гидроэнергетического потенциала освоено во Франции, Швейцарии, Австрии; 65 — 90% — в Японии, Германии, Швеции; 45 — 65% — в США, Канаде, Бразилии, Испании; 20 — 45% — в Китае, Индии, Аргентине. Электроэнергия ГЭС в объединенной энергосистеме снижает стоимость энергии для потребителя на 10%. В различных странах построены ГЭС, ставшие пионерными в их развитии. Среди них: Асуанская плотина в Египте, «Табка» в Сирии, «Хоабинь» во Вьетнаме, «Сяньмынься» в Китае. Советские гидроэнергетики принимали участие в создании за рубежом более 30 объектов общей мощностью 17,5 млн. кВт.■



Гидроэлектростанция.

Металлургический комплекс

Металлургический комплекс представляет собой сложное сочетание отраслей и производств, осуществляющих добычу и обогащение руд, производство проката, сплавов и связанные с ними другие процессы.

Металлургия обеспечивает хозяйство важнейшими конструкционными материалами — черными и цветными металлами, необходимыми для развития машиностроения, и потому играет очень важную роль в промышленном производстве многих стран мира.

Структурно отрасль подразделяется на черную и цветную металлургию. **Черная металлургия** объединяет предприятия по добыче и обогащению рудного и нерудного сырья, по производству чугуна, стали, проката, ферросплавов и продуктов дальнейшего передела. Современный этап развития этой отрасли характеризуется некоторым замедлением и снижением ее значения из-за конкуренции со стороны цветной металлургии, поставляющей материалы на основе сплавов легких металлов, и со стороны химической промышленности, выпускающей материалы (пластмассы, керамика и др.), способные все чаще заменить традиционные черные металлы. Изменилась и сама технология производства черных металлов: используются новые методы плавки, повышается качество чугуна и стали, сокращается их потребление в расчете на единицу конечной продукции. Основным исходным сырьем для получения черных металлов являются железная руда, марганцевая руда, коксующиеся угли и руды легирующих металлов. Коксующиеся угли добывают в Австралии, США, Китае, ЮАР, России, Украине, ФРГ и Казахстане. В последнее время в связи с внедрением бездоменного производства черных металлов потребление кокса заметно сокращается. Суммарные запасы железных руд оцениваются примерно в 400 млрд. т, из них примерно 70% находятся в недрах семи стран: России, Украины, США, Австралии, Канады, Бразилии и КНР. По количеству разведанных запасов железных руд Россия занимает первое место в мире, но по содержанию в них железа в руде значительно уступает другим ведущим странам. Во всех указанных выше стра-



Железные руды Качкарского месторождения содержат редкоземельные металлы, которые используются в медицине и производстве стекла.

Основные запасы хромитов (почти 84%), которые используются для производства ферросплавов, сконцентрированы в недрах всего трех стран — ЮАР, Казахстана и Зимбабве. В России — 0,3% мировых запасов хромовых руд.■

Самыми крупными экспортерами железных руд являются Бразилия (33% мирового экспорта) и Австралия (31%), затем идут Индия (7,5%) и Канада (5,4%). Главные импортеры железных руд — Япония (27,7%), Германия (10,2%) и КНР (9,5%).■



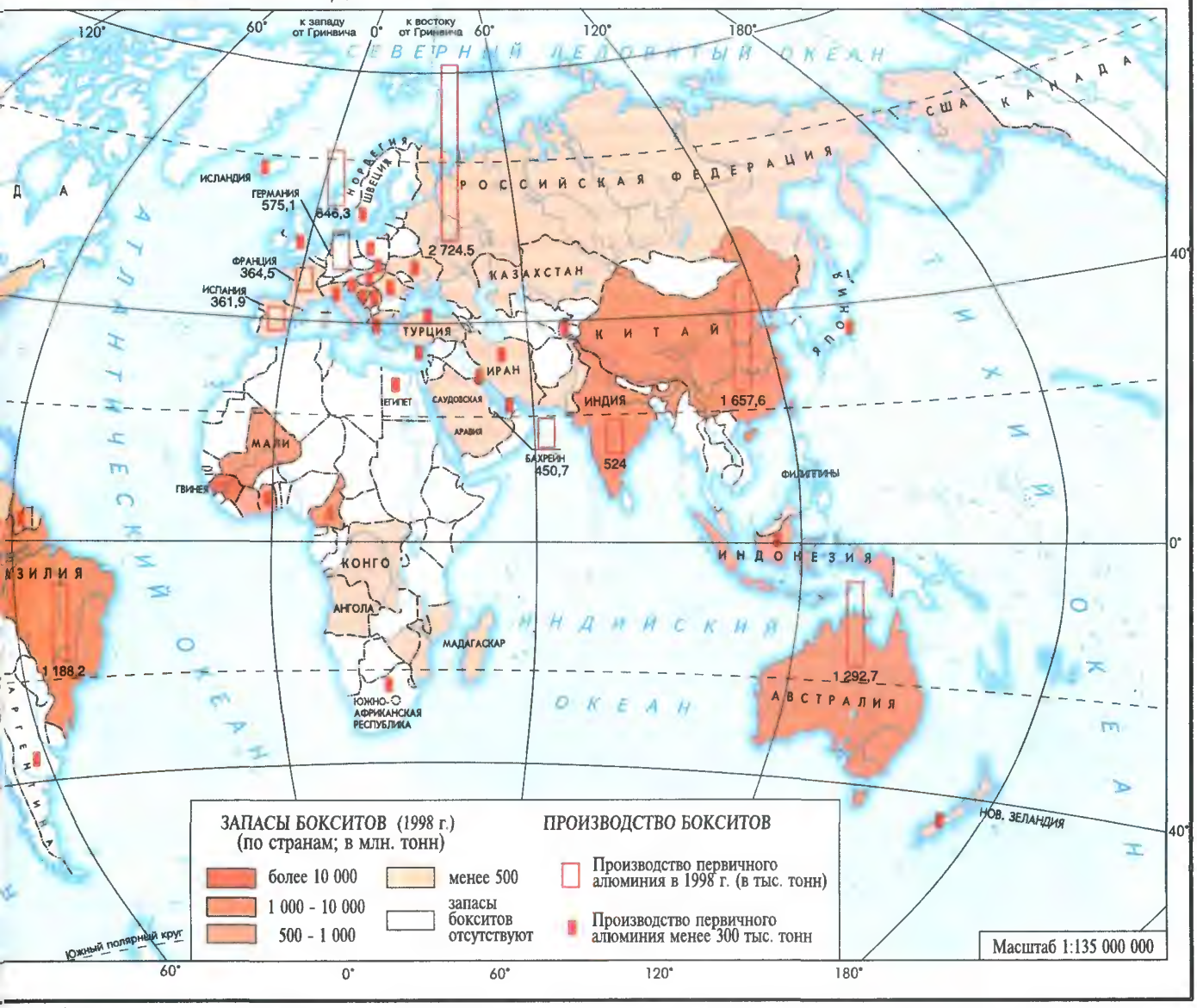


нах, а также в Индии, Швеции и Казахстане добыча железных руд ведется на уровне 1 млрд. т в год.■

Предприятия черной металлургии размещаются недалеко от сырьевых и топливных баз, от потребителя. Большое значение имеет транспортно-географическое положение, поэтому во многих странах, ориентирующихся на импорт сырья и топлива, заводы по производству черных металлов располагаются в приморских районах и портовых центрах (Япония, Южная Корея, Франция и др.), а в странах, обеспеченных собственной сырьевой и топливной базой, – вблизи этих источников (при этом пред-

Россия относится к числу стран-лидеров по запасам железных руд (25 — 30% мировых), но среднее содержание железа в руде в основном 36 — 44%. На территории Центрально-Черноземного района расположена Курская магнитная аномалия — уникальный по объему запасов железорудный бассейн, имеющий мировое значение. В настоящее время он является главным в России по добыче железорудного сырья и производству концентратов и железорудных окатышей.■

ЗАПАСЫ И ПРОИЗВОДСТВО ПЕРВИЧНОГО АЛЮМИНИЯ



Мировые запасы меди учтены в недрах почти 70 стран мира и оцениваются в 600 млн. т (без России). Почти 1/5 их часть находится в Чили, более 12% — в США. В целом на развивающиеся страны приходится более 53% запасов, на развитые страны — 22,5%.■



Сталевары.

Мировое производство меди в концентрате составляет 10 млн. т в год и распределяется между Чили (51%, или 2,1 млн. т), США (1,9 млн. т), Канадой (0,7 млн. т) и другими странами. Россия по производству меди занимает четвертое место в мире. Производство рафинированной меди сосредоточено прежде всего в США, Чили, Японии, Китае, Германии, Канаде, России и Польше. Всего около 70% мирового производства. Мировое потребление рафинированной меди достигло 12 млн. т в год, в том числе на США приходится 22,1%, а вместе с Японией и Германией — 43,2%. Крупнейшим экспортером меди является Чили — 1,4 млн. т в год.■

Спрос на алюминиевую продукцию высок во многих отраслях промышленности.



приятия верхних этажей производства находятся вблизи крупных машиностроительных центров). Первые места по производству черных металлов занимают Китай, совсем недавно обогнавший прежних лидеров, и Япония, производящая продукцию высокого качества. Далее следуют США и Россия, а в Западной Европе — ФРГ, Италия, Франция и Великобритания. В ближайшем будущем предполагается рост производства высококачественного сырья. Производство товарных руд в целом также несколько увеличится, прежде всего благодаря дальнейшему развитию черной металлургии в КНР, странах Юго-Восточной Азии и Латинской Америки.■



Один из самых легких металлов – алюминий используется в самолетостроении.

В цветной металлургии в период НТР произошли значительные изменения, касающиеся прежде всего ее структуры. Если до Второй мировой войны преобладала выплавка тяжелых цветных металлов — меди, свинца, цинка, олова, то в 60 — 70-е гг. XX в. первое место занял алюминий и наряду с этим резко увеличилась выплавка «металлов XX века» — кобальта, титана, лития, бериллия и др. В наши дни цветная металлургия обеспечивает потребности примерно в 70 различных металлах. Размещение предприятий цветной металлургии складывается под воздействием многих природных и экономических факторов, важнейшие из которых — наличие сырьевой базы и энергообеспеченность (поскольку технология выплавки цветных металлов отличается исключительно высокой энергоемкостью). Размещение предприятий цветной металлургии зависит также от содержания полезного компонента в рудах (например, большая часть добываемой в мире медной руды содержит всего 0,5 — 1% металла и даже после стадии обогащения – 8 — 35%). В США, Канаде, Австралии, России, Казахстане, Испании, Польше и других странах центры выплавки тяжелых металлов, руды которых отличаются особо низким содержанием полезного компонента, сложились именно благодаря сырьевому фактору. Это касается и стран Азии, Африки и Латинской Америки, где выплавка тяжелых цветных металлов, особенно меди (Чили, Заир, Замбия) и олова (Малайзия, Индонезия), возникла еще в период колониальной и полуколониальной зависимости и долгое время оставалась чуть ли не единственной отраслью тяжелой промышленности, получившей значительное развитие (в основном это добыча, обогащение и производство концентрата, а также чернового металла). После энергетического кризиса в 70-х гг. XX в. и активизации мер по защите окружающей среды промышленно развитые страны сделали ставку на вторичное сырье и выплавка тяжелых цветных металлов стала сокращаться.■

Производство алюминия из-за очень высокой энергоемкости в последние десятилетия определяется главным образом затратами на производство электроэнергии. Основными производителями первичного алюминия в настоящее время являются США, Россия, Канада, Австра-

Мировые разведанные запасы бокситов, основного сырья для производства алюминия, составляют более 42 млрд. т (без России). Более 76% запасов бокситов сосредоточено в месторождениях, находящихся на территории развивающихся стран (Гвинея — 42,1%, Бразилия — 6,3%, Камерун — 3,8%), и лишь 19,3% — в недрах развитых стран, в том числе в Австралии — 18,5%. Россия по запасам и добыче бокситов занимает 6 — 7-е место в мире, но качество российских бокситов значительно ниже зарубежных. В России для производства алюминия используются также нефелиновые сиениты, относящиеся к бедным рудам. Мировое производство первичного алюминия в течение последних лет составляет 19 — 20 млн. т в год, в том числе США — 3,4 млн. т, Канада — 2,1 млн. т, Австралия и Новая Зеландия — 1,6 млн. т. Россия по выпуску вторичного алюминия стабильно занимает второе место в мире (при этом Россия — крупный импортер глинозема). Мировой выпуск алюминия из вторичного сырья достиг примерно 7 млн. т в год. Около 93% этого объема приходится на развитые страны.■



Алюминиевая деталь из хвостовой части самолета.

Промышленный комплекс по производству алюминия.

лия, Бразилия, Китай, Норвегия (последняя организовала производство полностью на привозном сырье, что выгодно из-за очень дешевой электроэнергии, почти 100% которой вырабатывают ГЭС Норвегии), а также ФРГ, Венесуэла, Индия, Испания и др. Главные потребители алюминия – США, Япония, ФРГ, Франция, Италия, Великобритания, Россия, Бразилия, Индия, Канада и Австралия. В последние годы в алюминиевой промышленности (так же как и во многих других отраслях) получила развитие технологическая специализация (ТС), которая характеризуется межгосударственно-территориальным «разрывом» в единой технологической цепочке. Классический пример ТС — география производственной деятельности американской алюминиевой компании «АЛКОА». Добыча сырья осуществляется компанией в основном за рубежом, так как в США своего алюминиевого сырья очень мало; производство глинозема (алюминиевого полуфабриката) тяготеет к районам добычи. Выплавка первичного алюминия производится там, где есть дешевая электроэнергия. Алюминиевый прокат и прочая готовая продукция изготавливаются в США, т. е. в районе потребления. Основная тенденция в географии алюминиевой промышленности – дальнейшая концентрация производства в районах добычи сырья. Развитые страны сокращают у себя материало- и энергоемкое, к тому же экологически вредное производство, стремясь «вынести» его за свои пределы. Так, например, в Японии выплавка первичного алюминия сократилась за 80-е гг. с 1 млн. до 30 тыс. т в год.■

Мировые запасы титана составляют около 540 млн. т (без России). На долю ЮАР, Австралии, Канады и Норвегии приходится примерно 51%. Выделяются также Бразилия, КНР, Украина. По разведанным запасам Россия занимает первое место в мире, но уступает другим странам по качеству руд.■

Мировые разведанные запасы свинца оцениваются примерно в 130 — 135 млн. т. Около 46% этих запасов находятся в месторождениях развитых стран и 20% — в недрах развивающихся стран. По разведанным запасам свинца Россия занимает третье место в мире, но заметно уступает другим странам по содержанию металла в руде.■



Машиностроительный комплекс

Машиностроительный комплекс — крупнейший в мировом промышленном производстве как по количеству занятых в нем людей, так и по объему выпускаемой продукции: в экономически высокоразвитых странах — 25 — 30% и 35 — 40% соответственно; в развивающихся странах значение машиностроения не так велико.

Машиностроительный комплекс в современной экономике играет ведущую роль, так как оснащает орудиями производства (оборудованием, аппаратурой, инструментами, приборами, транспортными средствами и т. п.) все отрасли материального производства и непроизводственную сферу.

Машиностроение занимает центральное место в мировом научно-техническом прогрессе: испытывая на себе огромное воздействие НТР, оно в то же время является важнейшей ее движущей силой, способствуя преобразованию на новейшей технической основе всех отраслей хозяйства. Отраслевая структура машиностроения отличается исключительной сложностью.

С точки зрения выпускаемой продукции, особенностей размещения производства и технологического процесса чаще всего выделяют следующие отрасли: общее машиностроение (специализирующееся на выпуске производственного оборудования), транспортное машиностроение, электротехнику, приборостроение, сельскохозяйственное машиностроение, производство вооружения и военной техники.■

По технико-экономическим особенностям принято различать металлоемкое, трудоемкое и наукоемкое машиностроение. Размещение предприятий машиностроительного комплекса обусловлено прежде всего такими факторами, как наличие трудовых ресурсов (а для предприятий точного, особенно наукоемкого машиностроения, — наличие высококвалифицированных кадров) и наличие сырья (для металлоемких отраслей машиностроения). Важное значение имеет также экономико-географическое положение района и др.



Автоматизированная погрузка фруктов. Машиностроительный комплекс обеспечивает оборудованием и транспортными средствами как крупные предприятия, так и мелкие.

В России на долю машиностроительного комплекса приходится 30% стоимости продукции промышленности. При этом наша страна относится к группе стран, обладающих практически полной структурой машиностроительного производства. В 90-е гг. XX в. наблюдался заметный спад в развитии как машиностроения, так и всей промышленности. Низкое качество многих производимых изделий снижает их конкурентоспособность.■

Среди развивающихся стран по общему производству машин и оборудования лидируют Бразилия и Индия. Особое место занимает Китай. Эта крупная машиностроительная держава имеет предприятия высокого технического уровня в военной промышленности, а также занимает ведущее место, например, в производстве велосипедов, но собственные потребности по многим другим видам продукции машиностроения не обеспечивает и на мировой рынок выходит в основном с изделиями пониженной сложности.■



Подвесная дорога в Вуппертале (Германия).



Производство микропроцессоров.

На развитие машиностроения всегда большое влияние оказывало развитие науки и техники, а в эпоху НТР особенно (так как еще больше усложнилась его структура и возросли требования к квалификации работающих). Появились страны-лидеры, производящие большую часть самой сложной наукоемкой продукции. Выделились страны – производители массовой продукции. Развиваются специализация и кооперирование.■

Для общего машиностроения развитых стран по сравнению с развивающимися характерны такие особенности, как наиболее полная структура машиностроительного производства, значительное увеличение роли электротехники, высокое качество, конкурентоспособность и высокая экспортность производимых изделий, а также большой удельный вес продукции машиностроения в общей стоимости экспорта (Япония — 60%; США, ФРГ, Швеция, Канада — более 40%). «Элитой» машиностроительного комплекса мира стала электронная индустрия (составная часть электротехнической промышленности).■

Создание электронной промышленности, широкое внедрение ее продукции во все отрасли производственной и непроизводственной деятельности (военную и научную области, сферу управления и быт) способствовало «электронизации» жизни общества. Мировые объемы производства отдельных видов электронной продукции сильно различаются.



Отличие электронной промышленности в том, что она создала мощное производство массовых комплектующих изделий, которые сильно различаются по ассортименту и в то же время являются сердцевиной отрасли, поскольку широко используются в изготовлении самых разнообразных видов электронного оборудования, аппаратуры и приборов. Высокое качество этих изделий, их стандартизация и легкость транспортировки предопределили их большое экспортное значение.■



Без электроники сейчас немыслимо ни одно крупное предприятие.

Электронизация обусловила развитие информатики, создание взаимосвязанных сетей вычислительной техники и внедрение высокопроизводительных и мобильных средств электронной связи. Их взаимодействие, превращение в единую информационную систему коренным образом изменили характер и эффективность труда во многих сферах человеческой деятельности. В машиностроении развитых стран электронная промышленность за короткие исторические сроки превратилась в ведущую отрасль мировой индустрии. Уже в середине 80-х гг. XX в. она сравнялась по стоимости производимой продукции с такой мощной промышленностью мирового значения, как нефтедобывающая. На рубеже 90-х гг. электронная промышленность обогнала мировую автомобильную промышленность.■

Аэродром в Амстердаме. Все современные самолеты оснащены электронными приборами.

Бытовая аппаратура и электронные компоненты тиражируются десятками и сотнями миллионов экземпляров. Так, например, ежегодно выпускается свыше 40 млн. штук компьютеров. Изготовление же средств производства, военной, научной, медицинской аппаратуры и оборудования ведется, как правило, небольшими сериями. Так, ежегодно во всем мире суммарно создается лишь несколько десятков суперкомпьютеров. Эти различия в объемах получаемой продукции сильно влияют на размещение электронных производств по странам мира. Электронная промышленность — детище НТР, и здесь, как нигде, велика роль научного потенциала в разработке и создании самых новых (инновационных) типов электронной продукции. А для этого необходимо проводить глубокие фундаментальные и широкие прикладные исследования, настойчиво осуществлять опытно-конструкторские поиски. Такая дорогостоящая деятельность доступна лишь немногим странам мира, которые могут щедро финансировать эти работы. Обладая приоритетом новаторов в организации массового или серийного выпуска инновационных типов изделий, такие страны становятся монополистами в освоении собственного и зарубежного рынков.■

В США сложились наиболее благоприятные научные, производственные, рыночные и другие предпосылки для создания электронной промышленности. Эта отрасль стала в США одной из ведущих. До 3/4 продукции отрасли – это выпуск компьютеров, активных компонентов, средств связи и сервисных услуг, включая программное обеспечение (только компьютеры составили более 1/4 стоимости всей продукции отрасли).

В мировом производстве на США приходится до 70% суперкомпьютеров, 29% — полупроводников, 36% — интегральных схем. Исключительно велико значение электронных фирм США: из 20 ведущих мировых фирм по изготовлению компьютеров — 10 американские, при этом фирма «Ай-Би-ЭМ» («IBM») выпускает до 45% всей вычислительной техники.■

Япония совершила технологический прорыв в электронике в 80-е гг., обогнав Западную Европу и приблизившись к США. Главным направлением ее международной специализации стали изделия промышленного назначения и активные компоненты (около 3/4 всей продукции отрасли). По выпуску полупроводников и интегральных схем Япония уступает лишь США. По изготовлению некоторых типов новейших сложных интегральных схем (особенно больших и сверхбольших) доля Японии в мире достигает 60 — 90%. По производству компьютеров Япония в 2 раза уступает США, но становится их сильным конкурентом в производстве суперкомпьютеров. Большое развитие в Японии получил выпуск телекоммуникационного оборудования: проводной связи, оптоэлектронной продукции (оптические волокна, лазеры).



Современный диагностический кабинет.

Монополия производителей инновационных электронных товаров будет возрастать, поскольку короткий жизненный цикл электронных изделий требует постоянной смены их типов, а на рынке повышается спрос на все более сложную аппаратуру и приборы. Однако в различных подотраслях эти процессы протекают неодинаково, что в конечном счете влияет на размещение производства по странам, отличающимся научным, экономическим и техническим потенциалом. Разработку и производство самой сложной продукции (микросхем, электронных средств производства и др.) обеспечивают специалисты самой высокой квалификации, так что роль интеллектуального труда для этих типов электронной продукции исключительно велика. Следовательно, разработка и изготовление данных изделий остаются привилегией наиболее развитых стран мира.■

Изготовление простых массовых изделий, с которых начиналось становление электронной промышленности (радиоприемники, магнитофоны, черно-белые телевизоры, часы и др.), теперь уже не представляется сложной задачей. Здесь преобладают весьма трудоемкие сборочные операции, требующие большого количества рабочей силы невысокой квалификации. Эти электронные производства теперь создаются даже в странах со слабым научно-техническим потенциалом. Простые электронные изделия изготавливают, например, в КНР полукустарные предприятия так называемой «сельской промышленности» в деревнях. В 60-х гг. промышленно развитые страны выпускали около 95% бытовых телевизоров в мире, однако уже в начале 90-х гг. новые индустриальные страны Азии выпустили 40% телевизоров в мире, а лидером стал Китай.■

Электронизация народного хозяйства в странах СНГ находится на начальном этапе. Доля России в стоимости продукции электронной промышленности мира, по существующим оценкам, составляет 0,3%. Ведущими странами в развитии станкостроения являются ФРГ, Япония, США, Италия.■



Современные предприятия оборудованы электронными машинами.

Лидерами морского судостроения являются 20 государств мира, среди которых ведущие места принадлежат Японии (районы Осака — Кобе, Токио — Йокогама, Хиросима — Куре — Ономити), Республике Корея, ФРГ, Нидерландам, Великобритании (Западная Шотландия и северо-восточное побережье Англии), Бразилии, Тайваню, Индии, Аргентине, Мексике и др. Главный центр морского судостроения в России – Санкт-Петербург. Сохраняет свое значение Комсомольск-на-Амуре. Кроме того, важным центром речного судостроения является Нижний Новгород.■



Пульт управления современного корабля.

Океаны и моря бороздят корабли, оснащенные по последнему слову техники.

Япония — признанный лидер в производстве такой бытовой видеоаппаратуры, как видеомагнитофоны (62%), видеокамеры (89%), видеокассеты (80%). Каждая из таких фирм, как «Нек», «Тосита», «Хитати», дает больше продукции, чем американские «Интел», «Моторола» и др.■

В Западной Европе структура электронной промышленности имеет свои отличия. В ней широко представлено производство средств телекоммуникаций (до 35% в мире), электромедицинской аппаратуры (28%), оборудования для самой отрасли (27%). Слабее позиции региона в создании программного обеспечения (22%), в выпуске бытовой электроники (16%) и особенно активных компонентов (19%), еще ниже доля — в производстве вычислительной техники. Ведущие западноевропейские фирмы («Сименс» в ФРГ, «Филипс» в Нидерландах, «Томсон» во Франции, «Оливетти» в Италии) по годовому обороту заметно уступают крупнейшим фирмам США и Японии.■

В развивающихся государствах Восточной и Юго-Восточной Азии электронное производство начало формироваться в 80-х гг. XX в. Эти страны наилучшим образом использовали свои преимущества — дешевую рабочую силу и выгодное экономико-географическое положение. При этом Китай и в меньшей степени Республика Корея и Сингапур создали более или менее полную структуру отрасли с научно-производственной базой.

По этим параметрам к ним приближается Тайвань. Чрезвычайно высока экспортность производимой продукции в Сингапуре — 2/3, а в Малайзии — 1/2. Все названные страны, освоив производство электронных изделий бытового назначения, не только сохранили свои ведущие позиции в выпуске массовой радиотелевизионной аппаратуры, но и перешли к изготовлению сложной продукции. Ряд фирм («Самсунг» и «Голдстар» в Республике Корея, «Тэтунг» и «ДТК» на Тайване и др.) имеют всемирную известность.■

Автомобилестроение называют «становым хребтом» экономики. В промышленно развитых странах на эту отрасль приходится от 5 до 10% объема промышленности (США, Западная Европа, Япония). Автомобилестроение — крупнейший потребитель капиталов, оборудования, сырья, материалов и рабочей силы.

В США автомобилестроение «обеспечивает заказ» на 50% используемого в стране синтетического каучука, 62% свинца, 45% ковкого чугу-



Локомотивы выпускают Индия, Бразилия, Аргентина, Турция, Россия (Коломна, Калуга, Людиново, Муром, Новочеркасск). Крупнейшие производители вагонов — Мексика, Египет, Иран, Таиланд, Чили, Колумбия. В России вагоны производят в Москве, Твери, Вышнем Волочке, Нижнем Тагиле, Новоалтайске, Абакане, Усть-Катаве и других центрах.■

Сельскохозяйственное машиностроение в мире имеет очень широкую географию и развито практически во всех странах, имеющих в структуре сельского хозяйства развитое растениеводство. В России важнейшими центрами остаются Волгоград, Санкт-Петербург, Липецк, Челябинск, Владимир, Чебоксары (тракторостроение), а также Ростов-на-Дону, Сызрань, Люберцы, Омск, Бежецк (Тверская область), Тула, Рязань, Красноярск (комбайностроение).■

Автомобильный бизнес — наиболее трудоемкий, он занимает от 30 до 60 млн. человек в мире, в том числе 12% — в самой автомобильной промышленности; 20% — на строительстве и обслуживании дорог; 40% — в перевозках, 28% — в автосервисе и торговле. Только в США в автомобильном бизнесе занято до 14 млн. человек.■

на, 40% платины, более 30% подшипников, 29% листового стекла, 27% цинка, 18% стали, 11% меди, 19% алюминия, 20% полупроводников. Автомобили — главный товар в международной промышленной торговле (12% ее общей стоимости).



Путь автомобильного машиностроения — от единичного до массового производства автомобилей.

По прогнозам, автомобильный рынок в ближайшие годы увеличится на 2/3. Автомобилестроение — отрасль экспортная: Германия, Франция, Япония, Италия, Испания вывозят до 40 — 60% изготовляемых машин; Швеция, Бельгия, Австрия — до 83 — 95%. Автомобильный конвейер — продукт международного сотрудничества. Даже «Роллс-Ройс» — символ «стопроцентного британства» более чем на 30% состоит из зарубежных компонентов.

Автомобилестроение — высокомонополизированная отрасль: 95% мирового производства приходится на 20 компаний, крупнейшие из которых такие, как «Дженерал моторс», выпустившая за свою историю более 250 млн. автомобилей, «Форд», «Тойота» и др. Наконец, автомобилестроение служит источником вторичного сырья — металлолома (в Западной Европе ежегодно на лом идет более 10 млн. машин), и это не только железо, но и алюминий, синтетические материалы, стекло и т. д.■

В мире сложились три главных региона автомобилестроения — Западная Европа, Северная Америка и Япония. По производству легковых автомобилей первое место в мире занимает Япония (21%).

Главные центры — Тойота (район Нагасаки), Йокогама, Хиросима. Продукция этой отрасли составляет 20% японского экспорта. В США «большая тройка» корпораций — «Дженерал моторс», «Форд мотор» и «Крайслер» — обеспечивает 75% потребностей внутреннего рынка США. Главным районом производства в США остается Приозерье, особенно штат Мичиган с «автомобильной столицей» Детройтом. Все большие города этого района (Толидо, Чикаго, Кливленд, Буффало и др.) являются крупными центрами автомобилестроения.

Зарубежная Европа в целом производит ежегодно 15 — 16 млн. автомобилей, в том числе 13 — 14 млн. легковых, опережая по этому показателю и США, и Японию.

В Германии это районы Франкфурта-на-Майне («Опель»), Штутгарта («Даймлер-Бенц»), Вольфсбург в северной части Германии (фирма «Фольксваген), Мюнхен в Баварии, где возникли заводы БМВ («Байерише моторенверке») и «Мерседес-Бенц»; во Франции — Парижский район (компании «Рено» и «Ситро-



Суперкультиватор, обрабатывающий, удобряющий и засевающий почву.



Новейшая модель дальнемагистрального лайнера сверхбольшой вместимости.

ен») и Юго-Восток («Пежо»), в Италии — Турин («ФИАТ»), в Великобритании — Западный Мидленд и Юго-Восток («Бритиш Лейланд»), а также более «молодые» районы — Мерсейсайд, Южный Уэльс, Средняя Шотландия.

За последнее время произошел сдвиг автомобилестроения на юг Европы: кроме Италии крупными районами автомобилестроения стали Испания, Португалия и Греция. В России главным центром автомобилестроения по праву считается город Тольятти (Волжский автозавод – ВАЗ). Существенно дополняют его Набережные Челны, Москва, Нижний Новгород, Ульяновск, Ижевск, Миасс. Кроме того, созданы крупные центры по производству грузовых автомобилей, а также автобусов и троллейбусов.■

Авиаракетно-космическая промышленность – одна из новейших наукоемких и высокомилитаризированных отраслей. Она получила развитие в небольшой группе индустриальных стран, среди которых только США дают 3/4 всей продукции.

Производство самолетов, ракет и космической техники сосредоточено в руках нескольких военно-промышленных монополий. Такие аэрокосмические корпорации США, как «Боинг», «Мак-Доннелл-Дуглас», «Юнайтед технолоджиз», «Локхид», «Рокуэлл интернэшнл», «Дженерал дайнэмикс», входят в число 100 крупнейших промышленных монополий Запада.

В Великобритании в результате слияния четырех авиакосмических компаний образована «Бритиш-Аэроспейс», которая фактически монополизировала производство аэрокосмической техники в этой стране. Она, в свою очередь, входит в состав европейского консорциума «Эрбас индастри», объединившего также крупнейшие в Европе авиационные компании «Аэроспасьяль» (Франция), «Даймлер-Бенц-Аэроспейс» (ФРГ) и «Каса» (Испания).

Консорциум контролирует 1/3 мирового рынка гражданской авиации и предполагает увеличить свое влияние. Самые крупные в мире предприятия и лаборатории этой отрасли находятся в южной части Калифорнии (наиболее известен в последнее время завод «Рокуэлл» в Доуни, изготавливающий агрегаты «Шаттлов» — космических кораблей многоразового использования).

В России авиастроение представлено в таких промышленных центрах, как Москва, Казань, Самара, Ульяновск, Воронеж, Смоленск, Таганрог и многие другие.■

В России в конце 1999 г. «Адмиралтейские верфи» (Санкт-Петербург) спустили на воду танкер усиленного ледового класса «Астрахань». Подобных танкеров в России не делали давно. Компания «ЛУКойл-Арктик-Танкер» заказала пять танкеров ледового класса «Адмиралтейским верфям». Планируется потратить на строительство 163,3 млн. долларов. Компания намерена использовать эти суда преимущественно для вывоза ранней нефти со своих шельфовых месторождений, а также осуществлять поставки нефтепродуктов на Крайний Север в рамках северного завоза.■

С учетом новых судов компания «ЛУКойл-Арктик-Танкер» будет контролировать флот уже из 66 судов различных типов общей грузовместимостью более 1 млн. т. По прогнозам специалистов, России вполне по силам загрузить в ближайшее время мощности своих судостроительных производств на 25 — 30% их потенциала (сегодня этот показатель составляет 10 — 15%). При благоприятном развитии ситуации российские судоверфи могут захватить примерно 1 — 2% мирового рынка коммерческого судостроения.■

Гигантский промышленный комплекс компании «Форд» в пригороде Кёльна.





Каучук — главное сырье резиновой промышленности. Его применяют при изготовлении автомобильных, тракторных, мотоциклетных и других шин. До 30-х гг. XX в. получали только натуральный каучук из млечного сока растений-каучуконосов, главным образом бразильской гевеи. Впервые в мире производство синтетического каучука (СК) началось в СССР в 1932 г. на базе спирта растительного происхождения. В настоящее время отрасль пользуется преимущественно углеводородным сырьем.■

Химическая промышленность

Химическая промышленность наряду с машиностроением составляет основу мировой экономики, важнейшую отрасль НТР. Роль и место химической промышленности в современной жизни трудно переоценить: практически нет ни одной области материального производства или непроизводственной сферы (в том числе в повседневном быту), где бы не применялись продукты химической промышленности. Химическое производство позволяет значительно сократить многие виды затрат.

По сравнению с другими «классическими» отраслями химическая промышленность – наиболее молодая. Для нее характерны активное расширение объемов производства и постоянное совершенствование технологий, высокая эффективность и производительность труда, быстрая отдача вкладываемых средств.

Химическая отрасль имеет практически неограниченные возможности для создания новых синтетических материалов с такими свойствами, которыми не обладают природные вещества. Одно из ее преимуществ – самая широкая сырьевая база: нефть, природный и попутный газ, уголь и даже самые разные отходы от других отраслей промышленности (например, черной и цветной металлургии), а также продукты растительного происхождения и разнообразное горно-химическое природное сырье.

В очень сложном комплексе химических производств выделяют две главные группы отраслей: неорганическую (или основную) химию и химию органического синтеза.

В первую группу входит производство минеральных удобрений, кислот, соды, хлора и др.

Во вторую группу – такие наиболее крупные производства, как производство синтетического каучука, синтетических волокон, моющих средств, пластмасс и т. д. География размещения предприятий химической промышленности очень сложна, так как предприятия должны быть связаны и с сырьем, и с топливом, и с потребителем, и с районами, обеспеченными трудовыми ресурсами.■



В современной химической промышленности особое место занимает производство минеральных удобрений. По стоимости доля этого производства не так велика, однако минеральные удобрения – самая массовая продукция химической промышленности мира.

Использование удобрений в сельском хозяйстве – важнейший фактор в обеспечении продовольствием растущего населения Земли. Отказаться от их применения в ближайшем будущем, несмотря на значитель-

Таиланд, Малайзия и Индонезия остаются ведущими в мире производителями и экспортерами натурального каучука. Мировой спрос на каучук в 1998 г. исчислялся в 17 млн. т. Доля синтетического каучука составляла 64%, и, судя по оценкам специалистов, она будет впредь увеличиваться. Общее потребление синтетического каучука прогнозируется в 2002 г. на уровне 18,6 млн. т, и в дальнейшем спрос будет расти. Высокий прирост производства обеспечат главным образом Китай, Восточная Европа и Латинская Америка. Основная часть потребления синтетического каучука приходится на «резиновый треугольник» (Западная Европа — Северная Америка — Юго-Восточная и Восточная Азия).■

В промышленности химии органического синтеза важное место занимает производство синтетического каучука (СК). Оно энергоемко и обычно привязано к тем районам, где есть крупная промышленность основного органического синтеза и надежная энергетическая база. «Молодые» предприятия ориентируются на районы и центры нефтепереработки. Вместе с тем они приблизились к потребителям — заводам по производству шин и резинотехнических изделий. Крупнейшими производителями СК традиционно были США, Япония, СССР.■

ные успехи агрономической науки и биотехнологии, не представляется возможным. Физический вес производимых минеральных удобрений приближается к 500 млн. т.

Научно-техническая революция оказала сильное воздействие на развитие производства минеральных удобрений: значительно расширилась и удешевилась сырьевая база (за счет использования нефтегазового сырья), организована массовая транспортировка жидких полупродуктов для удобрений (аммиак, фосфорная кислота), созданы высококонцентрированные виды удобрений с высоким содержанием полезного вещества, улучшились физические свойства удобрений (гранулированные, жидкие удобрения), освоено производство качественно новых видов — комплексных удобрений (фосфаты аммония, нитрофоска) с содержанием полезного вещества 50 — 70% вместо 18 — 34% в прежних одинарных (их доля в мировом производстве составляет 1/5). Все это значительно уменьшает затраты на перевозку, хранение и внесение удобрений в почву. Самыми высокими показателями их изготовления отличаются Западная Европа (до 1/3 всех удобрений) и Северная Америка (около 1/5). На Азию приходится всего 1/10.■

Промышленность фосфорных удобрений — старейшая по времени создания. Для получения ее продукции используются два вида природного сырья: фосфорит осадочного происхождения и апатит — минерал изверженных и метаморфических пород. Апатит — лучший по качеству вид фосфорного сырья (содержание полезного вещества в его концентрате достигает 40%) — разрабатывается в России (Хибины). Фосфориты добывают в КНР, США, Марокко, Тунисе, ЮАР и др.■



На нужды автомобилестроения идет 70% синтетического каучука.

Размещение производства калийных удобрений тесно связано с месторождениями калийных солей. Общие запасы разных по составу калийных солей в мире громадны и обеспечат потребности производства на многие сотни лет. Особенно богаты своими ресурсами Канада и США, Россия и Белоруссия, ФРГ и Франция, Израиль и Иордания. В конце XX в. обнаружены месторождения в Индии.■

Производство пластмасс до сих пор отличается высокой локализацией. На долю 10 основных производителей приходится 3/4 мирового производства (США, Япония, ФРГ, Россия, Франция, Италия, Нидерланды, Великобритания, КНР, Чехия и Словакия), из них на долю США, Японии и ФРГ — 53% мирового производства.■



Типичный силуэт химического предприятия.

Лесная промышленность

Леса обеспечивают разнообразные потребности людей. Они не только служат сырьевой базой для лесной и лесоперерабатывающей промышленности, но и образуют среду обитания человека, регулируют и очищают воды суши, эффективно предотвращают эрозию, сохраняют плодородие почв, наиболее полно сберегают генетическое разнообразие биосферы, обогащают атмосферу кислородом и предохраняют воздушный бассейн от загрязнения, в значительной степени формируют климат.

Лесная промышленность охватывает лесозаготовку, лесопиление, механическую и химическую обработку древесины. Леса мира занимают примерно 4 млрд. га, но доступны для заготовки только около 2,3 млрд. га. Запас древесины на корню оценивается в 350 млрд. м^3, а годовой прирост – в 3 млрд. м^3. Средний показатель лесистости в мире составляет 30%. Особое значение для лесной промышленности имеют хвойные породы, доля которых в мировом объеме лесозаготовок составляет около половины. При этом следует учитывать, что прирост хвойных деревьев происходит медленнее, чем лиственных.■

Лесозаготовительная промышленность осуществляет лесозаготовку, вывозку и сплав древесины. Продукция лесозаготовок — деловая древесина, идущая на дальнейшую переработку (для изготовления мебели, игрушек, бумаги, карандашей, спичек и т. д.) и в строительные отрасли. Мировая заготовка древесины превышает 3,3 млрд. м^3, в том числе в России — 97 млн. м^3. Первое место по лесозаготовкам занимают США (почти 500 млн. м^3), затем идут Индия, Бразилия, Канада, Индонезия, Нигерия, Россия и т. д.

В целом в России сохраняется тенденция к улучшению основных показателей состояния леса. За 1999 г. площадь хвойных лесов увеличилась на 1,2 млн. га (в основном за счет хвойного молодняка), а площадь, занимаемая лиственными лесами, не изменилась.



Пилка леса.

В странах Западной Европы и Северной Америки в настоящее время объем прироста древесины превышает объем лесозаготовок, и лесной ресурсный потенциал многих развитых стран растет. Одновременно увеличивается импорт древесины для производства готовой продукции из тропических стран (тропическая древесина составляет примерно 1/3 мирового экспорта). Все это приводит к тому, что в большинстве развивающихся стран снижается обеспеченность лесными ресурсами, характерно обезлесение территорий. Леса вырубают и с целью расширения обрабатываемых площадей, а также используют древесину как топливо.■

Растительный мир лесов — уникальный поставщик дикорастущих плодов и ягод, орехов и грибов, ценных видов лекарственных трав и специфического технического сырья для различных отраслей промышленности. Россия – крупнейшая лесная держава. По обеспеченности лесами Россия занимает первое место в мире, обладая примерно 1/5 мировых лесонасаждений и запасов древесины, а в отношении бореальных и умеренных лесов является практически монополистом, обладая 2/3 общемирового запаса (площадь лесного фонда России — 1,1 млрд. га, из них 772 млн. га покрыты лесами с запасом древесины 75 млрд. м^3). Массив лесов США и Канады составляет около 1/10 мирового объема; доля Бразилии несколько выше. Более 1/20 мировых лесных ресурсов сосредоточено на территории Китая и Индии. На каждого жителя планеты в среднем приходится 0,9 га лесов: в Канаде — 10,5; в Финляндии — 5,9; в России — 5,2; в США — только 0,8. Запасы древесины на корню в расчете на одного жителя в среднем по миру составляют 65 м^3: в Канаде — 574; в России — 548; в Финляндии — 373 и в США — 84 м^3. На Восточно-Сибирский район в России приходится более 26 млрд. м^3 древесины из 73 млрд. м^3, составляющих запасы нашей страны.■

В дореволюционной России первоначально лесозаготовки были сезонным занятием и проводились в периоды отсутствия снежного покрова. Заготавливалась только легкодоступная древесина, поэтому отрасль концентрировалась в Центре, Прибалтике, на Северо-Западе, на Украине и в Белоруссии. На эти регионы, вместе взятые, приходилось не менее 1/2 лесозаготовок, причем их лесопокрытая площадь не достигала и 1/10 лесопокрытой площади всей страны. В настоящее время эта отрасль имеет постоянные кадры, в значительной степени механизирована и отличается радикально изменившейся географией лесозаготовок. Основное предприятие, организующее лесозаготовительные работы в России, – леспромхоз.■



Так сплавляли лес еще в конце XX в.

На протяжении всего советского периода в России наблюдалась устойчивая тенденция значительного перерубa расчетной лесосеки в экономически освоенных районах европейской части страны, в результате чего запасы древесины быстро сокращались, а районы лесозаготовок постоянно смещались на север и восток. Основные районы лесозаготовок России — Европейский Север, Восточная и Западная Сибирь, Урал и Дальний Восток. Средняя дальность перевозок лесных грузов по железным дорогам России — более 1700 км. Это считается максимальной дальностью для всех массовых грузов на железнодорожном транспорте.■

Деревообрабатывающая промышленность — отрасль лесной промышленности, осуществляющая механическую и химико-механическую обработку и переработку древесины. Важнейшими видами продукции деревообработки являются пиломатериалы, шпалы, фанера, древесноволокнистые (ДВП) и древесностружечные (ДСП) плиты, брус, изделия для нужд строительства, заготовки для различных отраслей машиностроения, мебель, деревянная тара и спички.■

Мебельная промышленность — крупная подотрасль механической переработки древесины, как правило, размещается и функционирует в районах потребления, поскольку перевозка мебели крайне нерентабельна. Производство мебели неразрывно связано с такими отраслями промышленности, как текстильная, лакокрасочная, химическая.■

Целлюлозно-бумажная промышленность занимает как бы промежуточное положение между отраслями, осуществляющими механическую и химическую переработку древесины. Технологические процессы целлюлозно-бумажной промышленности базируются на тех же принципах. Основным сырьем, потребляемым отраслью, служат древесная масса и целлюлоза, получаемая из хвойных и лиственных пород дерева. Размещение предприятий отрасли зависит от целого комплекса факторов, так как в процессе производства используются древесина, макулатура, топливо, электроэнергия и вода. Учитывается также потребительский фактор — размещение полиграфической промышленности и крупных культурных центров страны. По производству пиломатериалов, целлюлозы и бумаги впереди всех стран идут США. По первым двум показателям Россия входит в десятку передовых стран мира, но по производству бумаги наша страна занимает более скромное место. По производству бумаги на душу населения различия между странами очень существенные. «Рекордсменом мира» по этому показателю является Финляндия — более 1400 кг на душу населения, затем идут Швеция — около 700 кг, Канада — около 550 кг, Норвегия — более 400 кг. В США, Японии и странах Западной Европы на душу населения приходится более 100 — 150 кг, а в Индии, например, — 2 кг.■





Транспортировка леса водным путем.

Легкая промышленность

Легкая промышленность — флагман индустриализации многих стран «третьего мира» – развита почти повсеместно.

Текстиль всегда был важным товаром международной торговли, особенно после первой промышленной революции (конец XVII в.). Большой спрос на него со стороны фабрикантов Западной Европы, особенно Великобритании, обусловил создание сырьевых баз внутри своих стран и за их пределами. Великобритания уже в XVIII в. стала ведущим производителем шерсти в Европе. Кроме того, британские предприниматели создали в XIX в. крупнейшую базу по производству шерсти в Австралии и Новой Зеландии. Крупные плантации хлопка появились в Египте, Индии и других странах для удовлетворения нужд текстильной промышленности Великобритании.

Особенно мощная сырьевая база хлопка возникла в начале XIX в. на территории США. Более 150 лет США обеспечивали большую часть потребности в хлопке всей мировой хлопчатобумажной промышленности. Крупные сырьевые базы натуральных волокон хлопка и шерсти были созданы на территории СССР. Обширная сырьевая база сложилась в Китае.■



Ковроткачество – одно из основных традиционных ремесел в странах Ближнего Востока.

В развитии легкой промышленности по-прежнему большую роль играют дешевизна труда и наличие значительных резервов малоквалифицированной рабочей силы, хотя в ряде отраслей во всю уже применяются высокие технологии. Однако именно дешевизна рабочей силы из-за частой сменяемости номенклатуры изделий остается решающим фактором при размещении производства. В этих условиях легкая промышленность резко сменила ориентацию – от стран с высоким уровнем технологии на страны с низким уровнем технологии. Произошел сдвиг размещения производства из развитых стран в развивающиеся страны. Вслед за текстильным производством, сосредоточенным в основном в Китае, переместилось в развивающиеся страны и обувное производство.

В промышленно развитых странах пока еще сохраняются «дорогие» производства — трикотажа, ковров, меховых изделий. Ведущую роль там играют «дома высокой моды» (но это отнюдь не выпуск швейных изделий, который налажен в Китае и других странах по западным образцам). То же самое произошло с производством таких изделий, как игрушки, спорттовары, ювелирные изделия. Странам «третьего мира» начинают уступать свои позиции традиционные производители меховых изделий, не так давно сосредоточенные фактически в двух странах — США и Германии. Идет постоянный сдвиг производства бытовых товаров в менее развитые страны с сохранением в высокоразвитых странах лишь производства образцов, эталонов, проектной документации.

Легкая промышленность имеет множество подотраслей, но из них, как правило, оценивают только ведущие — текстильную, обувную и швейную, хотя такие «малозначительные» подотрасли, как ювелирная, игрушечная или даже производство искусственных цветов, могут оказаться профилирующими в десятках городов. Они обеспечивают работой сотни людей.■

Текстильное производство (хлопчатобумажное, шерстяное, шелковое, льняное и др.) — крупнейшая и старейшая отрасль легкой промышленности. Хлопчатобумажная промышленность продолжает оставаться той отраслью, объем производства которой неуклонно растет. При этом происходят территориальные сдвиги глобального характера. Сокращается объем выпуска продукции в более развитых странах, и доля их в общемировом производстве уменьшается. Это связано с ростом в развитых странах производства тканей из химических волокон, тогда как изготовление хлопчатобумажных тканей становится уделом многих развивающихся стран (обычно с собственной сырьевой базой). Особенно возросла



Хлопок.

роль КНР (первое место в мире) по производству хлопчатобумажных тканей. Крупное производство развернуто также в Индии, странах Южной и Юго-Восточной Азии (Республика Корея, Индонезия, Таиланд), Японии и в Бразилии. Успешно стремится занять лидирующие позиции в поставке хлопка-сырца Пакистан.

В России удельный вес хлопчатобумажной промышленности резко снизился (до 1990 г. СССР занимал первое место в мире). В настоящее время все хлопкосеющие районы остались за пределами России. В 90-х гг. XX в. Россия производила хлопчатобумажных тканей примерно на уровне 50 — 60-х гг.

В производстве шерстяных тканей лидируют страны Западной Европы (особенно Италия), а также США, Китай, Япония. На овечью шерсть приходится 98% всей используемой в промышленности шерсти. Наиболее ценной считается шерсть тонкорунных и полутонкорунных овец. Грубая шерсть идет на производство грубого сукна, валенок, войлока и ковров.

В качестве сырьевой базы при производстве шелковых тканей все больше используются искусственные и синтетические волокна. Здесь лидерами выступают США, Япония, Китай, Россия, Республика Корея и др. Продукция из натурального шелка, одно время сошедшая на нет, в последние 20 лет начала возрождаться, главным образом в КНР, Японии, Индии и Италии.■

В XX в. мощное развитие получило производство химических волокон, сначала искусственных и затем синтетических. Сырьем для производства искусственных волокон являются природные высокомолекулярные соединения — целлюлоза, белки, а для синтетических используются высокомолекулярные соединения, получаемые путем химического синтеза. Основными видами синтетических волокон являются полиамидные, полиэфирные, получаемые из расплава полимера, и полиакрилонитрильные, поливинилхлоридные, вырабатываемые из раствора полимера, а искусственных волокон — вискозные, ацетатные из целлюлозы.■

Производство обуви за последнее десятилетие буквально «переселилось» в страны, где труд дешев. Еще 10 лет назад главную роль в обувной промышленности играли США и Италия, а сегодня на страны Азии и Среднего Востока приходится 60% мирового производства обуви, на Западную Европу — 11%, а на США — только 6%. Крупнейшими странами — производителями обуви на сегодняшний день являются Китай, страны СНГ, Республика Корея, Италия, Тайвань, Япония, Индонезия, Вьетнам, Таиланд.■



Швейная промышленность в ведущих странах резко сокращается, поскольку швейники стали все больше специализироваться на производстве модных уникальных изделий. Широко развивается международный обмен такими швейными изделиями.

Среди крупнейших центров этой отрасли по-прежнему ключевые позиции занимают Нью-Йорк, Париж и Рим — «модные центры», которые не только поставляют большую часть индивидуальных изделий, но и определяют пути развития моды во всем мире.■



Сельское хозяйство мира



Современная сельскохозяйственная уборочная машина.

В России на современном этапе развития происходят значительные изменения в аграрном секторе экономики в связи с переходом от государственно-административного управления хозяйством к экономически иным принципам хозяйствования, направленным на создание условий для формирования различных форм собственности и свободной конкуренции товаропроизводителей. В результате проведенной в 1992 — 1993 гг. реорганизации общественных хозяйств 2/3 из них преобразованы в новые сельскохозяйственные структуры – коллективные, акционерные, кооперативные и частные предприятия; 1/3 хозяйств сохранила прежний статус совхозов и колхозов. Преобладающей формой хозяйствования стали товарищества различных типов, акционерные общества, кооперативы, ассоциации фермерских хозяйств и пр.■

После промышленности сельское хозяйство — вторая важнейшая отрасль современного материального производства. Однако значение этой отрасли в экономике разных стран неодинаково.

Роль сельского хозяйства, как правило, оценивают по его доле в структуре материального производства. Доля экономически активного населения, занятого в сельском хозяйстве, или удельный вес продукции сельского хозяйства в ВВП страны, определяет общий уровень развития экономики. Различают страны аграрные, индустриальные и постиндустриальные. В настоящее время в сельском хозяйстве в мире занято 45% работающих, при этом в промышленно развитых странах доля тех, кто трудится в сельском хозяйстве, сократилась до 5 — 2%, а в аграрных странах она остается еще очень высокой (иногда до 75% и даже выше). Уровень развития, специализация и масштабы производства сельскохозяйственной продукции во многом определяются географией аграрных отношений в той или другой стране, при этом особенно важно оценивать характер земельных отношений (землевладение и землепользование), изучать виды собственности, степень и формы концентрации производительных сил сельского хозяйства, использовать достижения науки, техники и мелиорации. Характеризуют сельскохозяйственное производство уровень товарности и размер товарной продукции.■

В современном мире существуют разнообразные виды землевладения: общинное, государственное, частное, коллективное и др. Преобладает частная собственность, типичная для развитых капиталистических стран. Общинное землевладение сохранилось в ряде районов развивающихся стран Африки, Азии и Латинской Америки. Наиболее распространенный вид аграрного предприятия – фермерское хозяйство, представляющее собой товарное предприятие предпринимательского типа, которое организовано на собственной, арендованной или предоставленной в пожизненно наследуемое владение земле. Оно строится либо на личном труде его главы и членов семьи, либо на наемном труде.

Размеры сельскохозяйственных предприятий по своей площади очень сильно отличаются в разных странах



Африканские буйволы используются при обработке земли.



Заготовка сахарного тростника.

В России к 1995 г. сельскохозяйственные предприятия новых форм хозяйствования составляли около 60%, в том числе товарищества с ограниченной ответственностью — 49%, кооперативы — 8%, акционерные общества открытого типа — 1,3%, ассоциации крестьянских хозяйств — 4%. На долю общественных хозяйств, сохранивших свой статус, приходится 34%, в том числе на совхозы — 14% и колхозы — 20%. Количество фермерских хозяйств превысило 285 тыс. У населения имеются личные подсобные хозяйства на землях постоянного или временного пользования и коллективные сады и огороды как форма землепользования, организованная на кооперативных принципах для садоводства и огородничества.■

Основу сельскохозяйственного производства создают земельные ресурсы: «Труд есть отец богатства, а земля – его мать». Та часть земельных ресурсов, которая используется в сельскохозяйственном производстве, относится к сельскохозяйственным угодьям.■

и районах в зависимости от природных и исторических условий, от специализации и интенсивности производства, от социального состава и плотности сельскохозяйственного населения.

Самые крупные по площади хозяйства характерны для малонаселенных районов с экстенсивным производством (например, в Австралии они составляют 1,5 тыс. га). Средний размер фермы в США равен примерно 184 га, а в странах ЕС — около 14 га. В Японии крупным считается хозяйство площадью свыше 2 га (средний размер фермы — 1,2 га). При среднем размере фермы в 184 га 70% ферм в США располагают участками менее 100 га каждая, а доля ферм с доходами более 100 тыс. долларов в год составляет лишь 18% их общей численности (при этом на них приходится 3/4 производимой в стране продукции).

В развитых странах доля наемного труда постепенно сокращается, а основную массу занятых благодаря техническому перевооружению, происходящему очень быстрыми темпами, составляют владельцы ферм и члены их семей (в ЕС, например, на долю наемных работников приходится всего 1% занятых в сельском хозяйстве, в США — 38%).

В большинстве развивающихся стран – огромная масса малоземельных и безземельных крестьян, а значительная часть земель сконцентрирована в крупных хозяйствах полуфеодального типа. В Латинской Америке немногим более 9% крупных землевладельцев держат 88% земель.■

Общая площадь мирового земельного фонда — 13, 4 млрд. га, из них в сельском хозяйстве используется, по разным оценкам, 10 — 12% (т. е. примерно 1,5 млрд. га). Отдельные страны и регионы мира различаются по общей площади и структуре земельного фонда, а также по удельному весу сельскохозяйственных угодий.

На динамику сельскохозяйственного землепользования влияют многие социально-экономические процессы – ускорение темпов научно-технического прогресса, рост урбанизации, освоение новых территорий, техническая оснащенность сельского хозяйства и др.

Во многих развитых странах площадь угодий сокращается. Так, в США она уменьшилась с 540 млн. га в 60-х гг. до 393 млн. га в 90-х гг.; в Японии – с 7 млн. га до 5,6 млн. га; во Франции — с 39 млн. га до 35 млн. га и т. д. Это связано с развитием промышленности, инфраструктуры и городов. Значительная часть ценных угодий отводится под предприятия, водохранилища, объекты горной промышленности, транспортные коммуникации, жилые массивы и пр.; развитие водной и ветровой эрозии, возникновение пыльных бурь, оврагов, засоление, заболачивание и т. д. также ведут к потере земельных ресурсов, снижению их плодородия. На всей планете утрачено 20 млн. км^2 земель, что превышает современную пахотную площадь. Не следует забывать, что высокопродуктивные земли составляют лишь 3% свободной ото льда суши.■



В США на долю ферм приходится 3/4 производимой в стране продукции.

Растениеводство

Растениеводство — это выращивание культурных растений. Принято выделять полевые (зерновые и зернобобовые, технические, овощебахчевые, кормовые) и плодовые культуры, продовольственные и непродовольственные.

Производство зерновых культур — основа растениеводства. Зерновые культуры, в свою очередь, разделяются на продовольственные зерновые и фуражные зерновые культуры. Главными продовольственными зерновыми культурами мира (под ними занято больше половины всех обрабатываемых земель) являются пшеница и рис, а также кукуруза (в экономически развитых странах используется так же как фуражная культура). Ареалы их выращивания фактически совпадают с ареалами расселения людей.

В большинстве стран зерновые культуры занимают в посевных площадях главное место: в Великобритании, Франции, Италии — до 60%; в России, Польше, Венгрии, Румынии, Японии — 60 — 65%; в ФРГ — около 70%, во Вьетнаме и Монголии — до 80%. В целом в мире на зерновые приходится около 720 млн. га, или 1/2 всех обрабатываемых площадей. Уровень развития и специализация зернового хозяйства из-за разнообразия социально-экономических и природных условий в странах мира существенно отличаются.

В пределах умеренного и субтропического поясов основная зерновая культура — **пшеница**. Главный «пшеничный пояс» протягивается на многие тысячи километров по территории Европы, Азии и Северной Америки. Пшеница выращивается в 70 странах мира, но основной ее сбор приходится всего на несколько государств, среди которых лидируют Китай (100 млн. т в год), Индия (более 65 млн. т), США (около 60 млн. т), Россия (около 30 млн. т), Канада (25 млн. т), Пакистан и Австралия (более 17 млн. т). Все остальные страны мира собирают еще более 220 млн. т пшеницы.

Посевы **кукурузы** большей частью территориально совпадают с посевами пшеницы. В ряде стран эту культуру возделывают в условиях тропического, субэкваториального и экваториального климата. Самые большие площади под кукурузой — в Америке.

Посевы **риса** в мире занимают примерно 140 млн. га. Тяготея в основном к районам муссонного климата, они сосредоточены прежде всего в Юго-Восточной, Южной и Восточной Азии. Самые большие площади под рисом — в Индии, Китае, Индонезии. В этих странах получают по два, а то и по три урожая риса в год.■



Рис — важнейшая сельскохозяйственная культура Китая.



Посадка риса.

Археологические исследования свидетельствуют о том, что пшеница была известна в странах Передней Азии за 5 — 6 тыс. лет до н. э., в Египте — более чем за 4 тыс. лет, в Китае — за 3 тыс. лет, на Балканах — за 2 — 3 тыс. лет. В Древнем мире славилась своей пшеницей и Скифия. После Великих географических открытий пшеница «мигрировала» в Новый Свет и другие вновь открытые территории: в Южную Америку она была завезена в 1528 г., на территорию США — в 1602 г., в Австралию — в 1788 г. Столь древнее происхождение и последующее «расселение» по самым разным регионам Земли обусловило наличие огромного количества сортов пшеницы.

Во Всероссийском институте растениеводства собрана самая большая в мире коллекция семян мягких пшениц и их диких родичей, начало которой было положено **Н. И. Вавиловым** (1887 — 1943). В этой коллекции — около 60 тыс. сортов. Примерно столько же сортов риса собрано в Международном институте риса на Филиппинах. Рис — тоже очень древняя культура, возделывавшаяся в Китае за 5 тыс. лет до н. э. В Индии и Северной Африке она появилась за 2 тыс. лет до н. э., а в Европе — в VIII в. н. э.■



Для населения развивающихся стран характерна растительная диета. При этом во многих странах сохранилась зависимость питания населения от одного-двух (зерновые или корнеплоды) видов продовольствия, удельный вес которых достигает в общем рационе потребления 70 — 80%. В частности, основу рациона жителей стран Южной и Юго-Восточной Азии составляет рис. В то же время население обширных районов Тропической Африки, Южной и Юго-Восточной Азии практически не потребляет мясных и молочных продуктов, вследствие чего их организм лишен некоторых важных аминокислот и испытывает острую калорийную и белковую недостаточность. В целом между развитыми и развивающимися странами очень велик разрыв в потреблении калорий и белков животного происхождения.■

Валовой мировой сбор зерновых достигает с некоторыми колебаниями примерно 2 млрд. т в год. Первое место занимает Китай (более 500 млн. т), далее идут США (более 330 млн. т), Индия, Индонезия, Россия, Франция, Канада, Бразилия и др. Производство зерновых на душу населения в разных странах различно. При среднедушевом показателе по миру в 350 кг в отдельных странах он превышает 1000 кг (Канада — более 2000 кг; Венгрия — более 1500 кг; Австралия — более 1300 кг; США — более 1200 кг; Франция — более 1000 кг). В то же время, например, в Японии среднедушевой показатель равен всего 120 кг. На мировой рынок ежегодно поступает примерно 200 млн. т зерна, в том числе 90 — 100 млн. т пшеницы и 60 — 70 млн. т кукурузы. Мировой рынок пшеницы и кукурузы сконцентрирован в руках сравнительно небольшой группы стран — США, Канады, Франции, Австралии, Аргентины. Главный экспортер зерновых — США, на долю которых приходится около 50% мирового вывоза пшеницы и приблизительно 80% мирового экспорта кукурузы. Основными конкурентами США являются Канада (12 — 15% всего экспорта) и Австралия (5 — 6%); другие экспортеры зерна (Аргентина, Франция, Великобритания, Италия) не представляют для США серьезной конкуренции. Часть импортируемого зерна поступает в виде продовольственной помощи отдельным странам, которые не в состоянии покрыть дефицит продовольствия импортом. В экспорт зерна включается Индия. Главными импортерами зерна, закупающими ежегодно от 1 до 30 млн. т, становятся в настоящее время Япония, Россия, Тайвань, Южная Корея, Китай, Египет, Бразилия, Иран, Индонезия, Пакистан, Бангладеш, Филиппины, Алжир, Венесуэла, Марокко, Куба, Йемен и Саудовская Аравия. В максимальной зависимости от импорта зерна оказались в последние годы Япония, Южная Корея, Тайвань и Куба. В



Уборка зерновых.







Сбор чая.

К тонизирующим культурам относятся прежде всего чай, кофе и какао. Родина чая — Китай, где это растение получило распространение еще в эпоху династии Тан (VII — X вв.). Примерно в это же время чай из Китая попал в Японию. В Европе, прежде всего в Англии, он стал известен лишь в XVII в., после начала торговых связей Ост-Индской компании со странами Азии. В России чай начали употреблять также в XVII в. Долгое время его называли «колониальным товаром».■

Египте, Алжире, Саудовской Аравии и во многих странах Африки и Ближнего Востока импорт зерна обеспечивает от 50 до 60% продовольственных потребностей. В развивающихся странах 70% зернового фонда идет на продовольственное потребление и лишь 21% (в странах Азии — 8%) — на корма, т. е. на производство более полноценного животного белка. В то же время в высокоразвитых странах картина меняется: соответственно 19% – на продовольственное потребление и 61% – на корма. Россия уже несколько десятилетий импортирует недостающий объем зерна, большая часть которого в последние годы поступает из Украины и Казахстана, которые таким образом частично оплачивают свои долги за энергоносители.■

К техническим культурам относится многочисленная группа растений, выращиваемых в сельском хозяйстве для получения особо ценных продуктов: пищевых — сахара и растительного масла, технического сырья — волокна и технических масел, ароматических, вкусовых и лекарственных веществ. Технические культуры не так широко географически распространены, как зерновые, и причиной тому – биологические особенности развития технических культур, которым необходимы определенный режим тепла, влаги и света и определенный физико-химический состав почв. Выращивание технических культур поэтому возможно не везде. Например, семена хлопчатника прорастают только при температуре не ниже 10° С, а сами растения получают нормальное развитие при температуре не ниже 20 — 25° С в течение всего вегетационного периода (140 — 180 дней), при высокой инсоляции и увлажненности почв. Лучшие почвы для выращивания подсолнечника – черноземы, чая — красноземы. Сахарная свекла любит рыхлые, хорошо удобренные почвы. Большинство технических культур требуют обильных удобрений. Выращивание технических культур — весьма трудоемкий процесс, особенно уход за посевами, поскольку многие операции ручного труда еще не механизированы. К тому же большинство технических культур — капиталоемкие: почти каждая техническая культура требует применения



Хлопкоуборочная машина.



Чай, попав в Европу, сразу завоевал необычайную популярность, что способствовало возникновению в XIX в. чайных плантаций в Индии, а затем на Цейлоне (Шри-Ланка) и в Кении.■

Родина одного из сортов кофе — нагорья Эфиопии, где эту культуру начали возделывать примерно тысячу лет назад. Считается, что свое название кофе получил от эфиопской провинции Кафа. В XI в. кофе попало в Йемен, откуда его вывозили через порт Моха: вот почему в Европе долгое время кофе называли «мокко». Во времена позднего Средневековья кофе начали употреблять в Италии, Франции, Нидерландах, Англии, в других европейских странах. Чтобы удовлетворить растущий спрос, его начали выращивать на специальных плантациях; первая из них была основана в XVII в. голландцами на острове Ява. В начале XVIII в. несколько кофейных зерен по воле случая попали во Французскую Гвиану, а оттуда в Бразилию, где эта культура обрела поистине вторую родину. Родиной какао Н. И. Вавилов считал Мексиканское нагорье.■



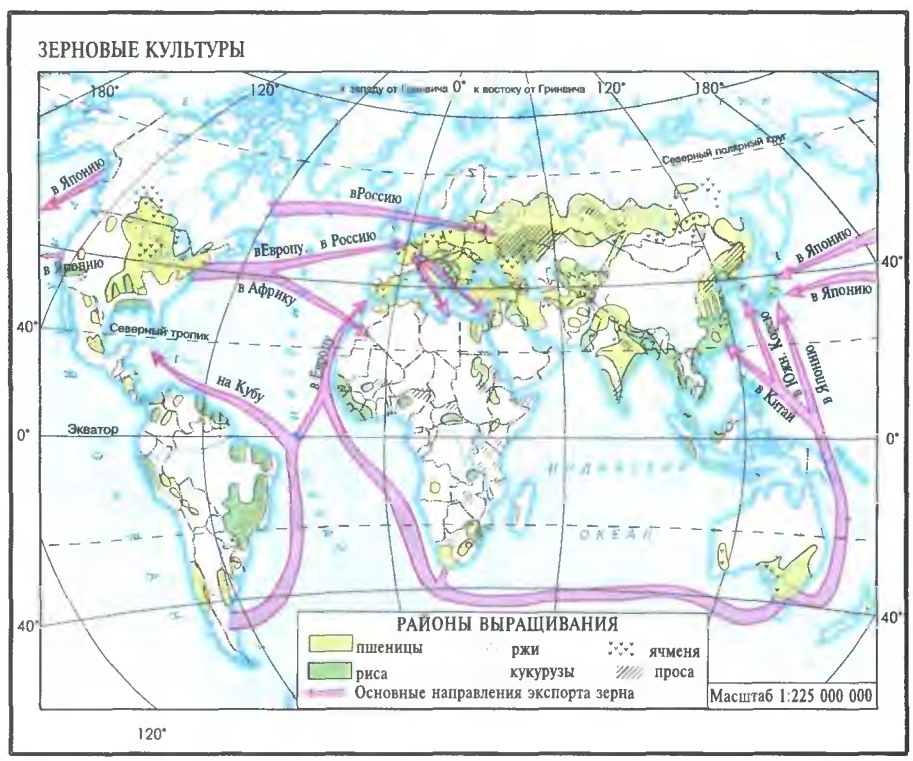
Хлопок — «белое золото».

особых орудий труда, в частности уборочных. Для многих технических культур необходимы специальные сооружения — ирригационные устройства для хлопководства, специальные водоемы или предприятия для вымачивания льна-долгунца, промышленные предприятия для первичной переработки сырья.

Хлопчатник — культура сухих субтропиков и тропиков, требующая обилия тепла, света, воды и пока еще высоких затрат ручного труда. Лен-долгунец — вторая массовая прядильная культура. Льняные ткани отличаются высокой прочностью и эластичностью, блеском и влагоемкостью, поэтому пользуются большим спросом у населения. Лен – культура умеренного климатического пояса.

Главными сахароносными культурами являются сахарный тростник и сахарная свекла. Сахарный тростник — теплолюбивая многолетняя культура, произрастающая в условиях, когда в течение 7 — 8 месяцев средняя температура не опускается ниже 15° С. Это растение требует обильного увлажнения. Сахарный тростник культивируется только в странах с тропическим, субтропическим и муссонным климатом. Почти весь его мировой сбор приходится на развивающиеся страны, Китай и Кубу. Сахарная свекла (типичная культура умеренного климатического пояса) — ценнейшее сырье для получения пищевого сахара, выращивается в густонаселенных районах с интенсивным сельским хозяйством. Мировой сбор сахарной свеклы приходится в основном на США и Китай. По объему производства тростниковый сахар превосходит свекловичный почти в 2 раза.

Эфиромасличные растения возделываются для получения эфирного масла: зонтичные (кориандр, тмин, анис), губоцветные (мята, лаванда, шалфей), розоцветные (роза масличная, герань, жасмин, эвкалипт) и многие другие.■



Животноводство



Дамасские козы распространены по всей Земле, особенно в гористых районах, не пригодных для возделывания. Они прекрасно лазают, взбираются даже на сильно разветвленные деревья и могут пастись в местах, не доступных для другого скота.

Говядина, свинина и баранина – основные составляющие в мировом производстве мяса.■

В богатых странах расходуются десятки миллиардов долларов на обширный комплекс мер, помогающих людям сбросить лишний вес.
Около 1 млрд. человек, живущих в развитых странах, поглощают в среднем по 3350 ккал в день, что на 700 ккал выше рекомендуемого уровня. Однако 1 млрд. человек в бедных странах потребляют в среднем лишь 2040 ккал в день, что значительно ниже физиологического минимума. В 1992 г. в эту группу стран вошла и Россия: на человека в день приходилось 2100 ккал.■

Животноводство — вторая отрасль сельского хозяйства, развивающаяся в тесной связи с растениеводством и пищевой промышленностью, которая базируется на его сырье и в то же время снабжает его кормами (комбикормовая промышленность).

По сравнению с растениеводством животноводство характеризуется меньшим видовым разнообразием, но в то же время оно имеет большие территориальные различия в способах ведения и организации хозяйства, в способах содержания и кормления скота, в способах достижения его продуктивности и т. д.



Отара овец.

Животноводство, так же как и растениеводство, развивается под мощным воздействием научно-технической революции. Не только механизация, электрификация, автоматизация производства влияют на его развитие, но и генная инженерия, селекция и др. В последние десятилетия происходит повышение продуктивности скота и гораздо в меньшей степени — увеличение его поголовья.
Наиболее крупными по поголовью и наиболее значимыми по объему производимой продукции являются такие отрасли животноводства, как скотоводство (разведение крупного рогатого скота), свиноводство и овцеводство. В скотоводстве выделяют два основных направления – мясное и молочное и несколько переходных типов. В одних и тех же районах они часто сочетаются.
Мясной крупный рогатый скот разводят, как правило, в областях, обеспеченных естественными пастбищами. Это так называемое «животноводство на ранчо» — очень крупные по площади хозяйства, возникшие, как и пшеничные фермы, преимущественно в переселенческих колониях (в более засушливых районах, чем пшеничные), где земля была дешевле: это в США, Канаде, Аргентине, Австралии. Особой известностью в мире пользуется знаменитая аргентинская пампа, где выращивают высокопродуктивные породы скота, а также молодняк, который откармливается вблизи крупных городов — главных потребителей мяса. В США это так называемый «кукурузный пояс» (здесь кукуруза – главная фуражная культура) на Северо-Западе США. После Второй мировой войны мощный пояс крупномасштабного откорма скота сложился также в районах орошаемого земледелия на Юго-Западе США. Особенно наглядны успехи Японии в создании индустриального животноводства: по продук-





Наиболее ценные породы овец, дающие шерсть прекрасного качества, – тонкорунные и полутонкорунные.

Верблюдоводство характерно для зоны пустынь, полупустынь и сухих степей. Наиболее развито в странах Африки (Судан, Сомали, Эфиопия и др.) и Азии (Индия, Пакистан, Монголия, Саудовская Аравия и др.). На территории СНГ верблюдоводство сохраняет свое значение в Туркменистане, Таджикистане и Узбекистане (дромадеры — одногорбые верблюды), а также в Казахстане, Киргизии, Калмыкии; в Тыве, Астраханской, Волгоградской и Читинской областях России (бактрианы — двугорбые верблюды, приспособленные к суровым морозным зимам).

Народы, живущие в пустыне, высоко ценят верблюдов. Арабы называют это животное «кораблем пустыни».

Вьючные верблюды могут нести груз 150 — 200 кг. Используют верблюдов с 4 до 20 – 25 лет (продолжительность жизни этих животных 35 – 40 лет). Шерсть верблюдов содержит до 85% пуха, из которого делают тонкие шерстяные ткани. Верблюжья шерсть ценится намного выше грубой овечьей. В смеси с овечьей верблюжья шерсть придает тканям прочность. По качеству более ценной считается шерсть бактрианов. От верблюдов получают не только шерсть. Молоко верблюдов белого цвета, густое и жирное, как сливки. Из него приготавливают кумыс.■

тивности мясного скота начиная с середины 70-х гг. XX в. она не имеет себе равных. Такое же направление скотоводство принимает и в развивающихся странах с малопродуктивными пастбищами в пустынных и горных местностях.■

Смешанное интенсивное земледельческо-животноводческое хозяйство наиболее типично в настоящее время для развитых стран Запада, расположенных в умеренных широтах (речь идет прежде всего о Западной Европе, хотя к таковым частично относятся некоторые районы США, а также Канады). Здесь животноводству нередко принадлежит главная роль (если иметь в виду доходы). Из кормовых широко применяют фуражные зерновые культуры (ячмень, овес, а в более южных странах — кукуруза), а также кормовые корнеплоды, сочные корма, в том числе люцерну, и разнообразные грубые корма.

Кроме того, как корм используются отходы свеклосеяния (ботва) и сахаропроизводства (жом), отходы производства растительного масла из подсолнечника (жмых).

Скотоводство в этих районах полностью развивается на земледельческих кормах, так как площади сенокосных и пастбищных угодий, за некоторым исключением, крайне незначительны.

Развиваются сразу несколько направлений. К тому же это очень старые (давно сложившиеся) районы свиноводства, бройлерного хозяйства, производства яиц и т. д. На территории стран СНГ это Украина и Молдавия, а также Центрально-Черноземный, Северо-Кавказский районы, Поволжье, Оренбургская область и южные земли Западной Сибири в России.■

Молочное животноводство преобладает преимущественно во влажных районах с относительно низкими температурами и коротким вегетационным сезоном, где полевые культуры лучше всего использовать на зеленые корма. Наиболее известные в мире районы молочного животноводства — это Висконсин и Новая Англия в США, а также Норвегия, где доля пригодных к обработке земель невелика и пашня раздроблена на мелкие участки. Здесь оказалось целесообразным использовать естественные (впоследствии окультуренные) пастбища и сенокосы для разведения молочного скота. В силу своих особенностей это направление требует близости к рынкам сбыта и хорошей сети дорог.

Однако все больше стран специализируются на более транспортабельных продуктах этой отрасли: сырах, сухом молоке, молочных консервах (горные районы Швейцарии и Австрии, низовья реки Святого Лаврентия в Канаде). Хорошо известен пример Новой Зеландии, которая издавна поставляет молоко и сыры в Великобританию.

Нечерноземная зона России (и сходные с ней по направлению развития скотоводства Белоруссия и страны Прибалтики) также специализируется на молочном или молочно-мясном направлении животноводства. Здесь молочная продуктивность скота выше, чем в других районах. Эта зона располагает богатыми есте-



ственными сенокосами и пастбищными угодьями, высокопродуктивными земледельческими кормами (клевер, вика, люцерна, разнообразные корнеплоды и т. д.).

В поясе пустынь и полупустынь Старого Света — от Атлантического побережья Африки на западе до Гималаев на востоке, а также в Китае, Средней Азии и Сибири сохраняется кочевое и полукочевое хозяйство. Кочевники и полукочевники разводят разнообразные (в зависимости от характера пастбищ) виды скота: верблюдов, овец, коз и в меньшей мере крупный рогатый скот. В стаде преобладают обычно породы малопродуктивных, но неприхотливых и выносливых животных. Велика зависимость кочевого хозяйства от географических условий, а также от засух, гололеда и других неблагоприятных природных явлений.■

Свиноводство широко распространено в густонаселенных областях и вблизи крупных промышленных центров, а также в районах с развитым молочным хозяйством, в районах картофелеводства и вблизи от предприятий по переработке зерна и другого сырья для пищевой промышленности. Свиноводство практически отсутствует в странах, где население исповедует ислам. Наиболее интенсивное свиноводство сосредоточено в развитых странах: в США (особенно в «кукурузном поясе»), в большинстве стран Западной и Восточной Европы.■

Овцеводство в отличие от свиноводства развито преимущественно в странах, где имеются обширные пастбища с низкотравной растительностью и где другой скот не может быть обеспечен кормами. Это прежде всего Австралия (лидирует по производству и экспорту шерсти), Китай, ЮАР, США, Россия, Новая Зеландия, Казахстан, Киргизия, а также развивающиеся страны — Индия, Аргентина и др.

Наиболее ценными породами овец, дающими высококачественную шерсть, являются тонкорунные и полутонкорунные (наиболее ценная шерсть и мясо). Эти породы отличаются продуктивностью по настригу шерсти: на одну овцу – 3 — 4 кг и более.



В России такие породы овец разводят на Северном Кавказе, в Поволжье и Забайкалье; в странах СНГ — на юге Украины, в Киргизии, на юго-востоке Казахстана и в Закавказье. В экспорте шерсти высокого качества кроме Австралии также активно участвуют Новая Зеландия, ЮАР, Аргентина и Уругвай. Главными импортерами являются Япония, страны Западной Европы и США.

Кроме тонкорунной шерсти на рынке также высоко ценится каракуль, главными экспортерами которого являются страны СНГ, Афганистан, Намибия, ЮАР и Судан.

Каракулеводство получило также развитие в Туркмении и Узбекистане (пустыни Каракумы и Кызылкум), чему благоприятствуют природные условия этой территории.■

Наибольшее поголовье свиней насчитывается в Китае. Крупные свиноводческие хозяйства созданы на Украине, в Белоруссии и Прибалтике, а также в Северо-Кавказском, Центрально-Черноземном и Поволжском районах России. Традиционной эта отрасль является и для некоторых регионов Нечерноземья, специализирующихся на выращивании картофеля, — Смоленской, Брянской, Тверской и других областей. В мировой торговле свининой центральное место занимают государства Западной Европы, среди которых ведущим экспортером выступают Нидерланды.■



«Распространено мнение, что свинья – нечистоплотное животное. Однако это не соответствует действительности: она любит свежую подстилку, никогда не ложится на свои испражнения. Она, правда, любит валяться в грязи, но такую привычку имеют все животные. Она делает это вследствие потребности в прохладе и чрезмерного зуда в коже от разных паразитов, которые селятся на свинье. Паразиты легко отскакивают вместе с грязью при трении животного о твердые предметы». *Ф. А. Брокгауз, И. А. Эфрон.* Энциклопедический словарь.

История шелководства уходит в древность. Уже в наиболее древних памятниках санскритского языка говорится о шелке. Полагают, что промышленность по производству шелка возникла независимо у китайцев, индусов, семитов, а европейские народы получили первые сведения о шелке от монголов. В Европе шелководство начало развиваться сравнительно поздно. Так, шелковые товары стали ввозиться в Европу со II в. Как промышленность шелководство начало развиваться в VIII в. благодаря арабам.■

Птицеводство во всем мире развивается очень быстро, особенно вблизи крупных городов и в районах, специализирующихся на выращивании зерна.■



Современное мировое коневодство характеризуется снижением общего конского поголовья на континентах, кроме американского и африканского. Основные направления в развитии коневодства в большинстве стран — племенное (производство высококлассных лошадей для использования на племя) и спортивное. В связи с возрастающим спросом на конское мясо на мировом рынке многие страны развивают мясное коневодство. Широко практикуется экспорт-импорт племенных, спортивных и мясных лошадей. Районы, специализирующиеся на коневодстве, сохранились и на территории СНГ: в России (Северный Кавказ), Казахстане, Туркмении, Киргизии и др.■

Пчеловодством занимаются практически на всех континентах. Наибольшее количество пчелиных семей — в США, Мексике, Турции, Польше, Франции, Чехии и Словакии, Канаде, Австралии, а также Украине, Молдавии, республиках Закавказья, Казахстане и России (Башкирия, Горный Алтай, юг Дальнего Востока).■



Шелководство (разведение шелкопрядов для получения шелковичных коконов — сырья для изготовления натурального шелка) распространено в субтропиках (Япония, Китай, Индия, страны Корейского полуострова, Индокитая и Южной Европы), в Бразилии, а также в странах СНГ — Грузии, Азербайджане, республиках Средней Азии и на юге Казахстана.■

Оленеводческая ферма. Пантовое оленеводство развивается в Канаде, Финляндии и России, в районах Крайнего Севера.



Пчеловодство, т. е. получение меда и воска, известно еще с доисторических времен. Мед как напиток использовали и древние греки. Воск имел разнообразное применение: вощение дощечек для письма у греков и для бальзамирования мумий у египтян.■



Пчелиные соты.

Сельскохозяйственные ресурсы и технологии

Мировая экономика располагает сельскохозяйственными ресурсами и технологиями, необходимыми для того, чтобы прокормить в два раза больше людей, чем проживает их на Земле в начале XXI в. Сельскому хозяйству нужна политика, которая бы обеспечивала производство продовольствия там, где в нем особенно нуждаются, и таким образом, чтобы это давало средства к существованию для всего населения планеты.

Во многих странах уже к середине 80-х гг. XX в. сельское хозяйство из второстепенной отрасли превратилось в отрасль, определяющую благосостояние населения. Благодаря внедрению достижений НТР богатые страны мира достигли «аграрного благополучия» — перепроизводства основных продуктов питания, имеют их крупные запасы и крупные экспортные возможности. Этот процесс проходил в несколько этапов. До середины 70-х гг. — это так называемая «зеленая революция» (благодаря селекции были получены высокоурожайные сорта карликовой пшеницы, растущей даже в тропиках, риса, гибридной кукурузы и др.); проведены аграрные реформы (расширение земельных наделов крестьян, государственная помощь в снабжении удобрениями, пестицидами и поливной водой). В результате некоторые страны по темпам прироста производства зерна опередили прирост населения. Конец 70-х — начало 80-х гг. — новый этап индустриализации, переход отрасли на принципиально новые технологии.■

В настоящее время химические средства защиты растений и животных от болезней и вредителей обеспечивают 1/3 мирового урожая. Обратной стороной применения химических средств защиты растений является крайне губительное их действие на организм человека и среду его обитания: в развивающихся странах от ядохимикатов, используемых в сельском хозяйстве, ежегодно гибнет около 400 тыс. человек.■



Значительный «вклад» в обострение продовольственной проблемы в развивающихся странах внесли ТНК (транснациональные корпорации), которые активно внедряются в сферу агробизнеса (производство, переработка и сбыт сельскохозяйственной продукции). Среднегодовые темпы увеличения объема реализации 100 ведущих международных монополий, занятых в сфере агробизнеса, составили за последние 20 лет 7 — 8%. Годовой оборот англо-голландской корпорации превышает внутренний национальный продукт (ВНП) 17 стран Латинской Америки и 38 стран Африки. В настоящее время транснациональный капитал делает ставку прежде всего на косвенные методы эксплуатации сельского хозяйства развивающихся стран: основная часть инвестиций ТНК направляется в сферу не производства сельскохозяйственной продукции, а ее переработки, реализации, менеджерских и инженерно-консультационных услуг, материально-технического снабжения.■



Деятельность продовольственных ТНК в странах «третьего мира» имеет две особенности. Их экспансия нацелена преимущественно на сравнительно немногочисленные богатые группы местного населения; именно рынок, образуемый спросом этих групп, составляет основу их операций. Напротив, потребности в основных продуктах питания бедного, недоедающего населения находятся вне сферы деятельности транснационального агробизнеса. Более того, некоторые ТНК в своей практической деятельности осуществляют такие капиталовложения, которые подрывают усилия, направленные на смягчение голода и устранение недоедания в этих странах. Основным направлением экспансии в аграрную сферу экономики менее развитых стран стало строительство крупномасштабных и капиталоемких агрокомплексов, обеспечивающих выращивание и переработку основных продовольственных и технических культур. Транснациональные корпорации развивают в этих странах те отрасли сельскохозяйственного производства и пищевой промыш-

ленности, которые зависят от импорта их продукции и технологии. В то же время производимые филиалами ТНК продукты питания нередко предназначены не столько для полуголодного населения стран «третьего мира», сколько для индустриально развитого капиталистического мира. В результате усиливается неравномерность распределения продовольственных ресурсов в мировом капиталистическом хозяйстве, обостряются противоречия между голодающими и хронически недоедающими странами «третьего мира» и Западом.■



На помощь человеку все больше и больше приходят машины.

Традиционные направления научно-технической революции (НТР) по-прежнему сохраняют свое значение, модифицируясь в связи с изменившимися условиями. Все большее внимание уделяется современным техническим достижениям. Так, например, меняются качественные характеристики тракторного парка (в настоящее время на развитые капиталистические страны приходится 65% мирового тракторного парка, а на развивающиеся страны — 15%). Тракторный парк в развитых странах не растет, а в некоторых странах даже сокращается (США, Япония), но это относится только к крупногабаритной технике. В то же время парк садово-огородных минитракторов и других специальных машин продолжает увеличиваться. Применяются новые методы обработки почвы (нулевая обработка, когда сев выполняется по растительному покрову даже без предварительной обработки почвы). По сравнению с обычной технологией затраты труда снижаются в 2 раза, расход горючего — в 4 раза, уменьшается нагрузка на окружающую среду. В конце 80-х гг. таким образом в США было засеяно кукурузой и соей до 2/3 полей. На Западе исследуются возможности новой информационной технологии земледелия, когда средства химизации применяются на сельскохозяйственном поле в строго нормируемых дозах и только там, где они необходимы. Новая технология (иногда ее называют «аккуратным» земледелием) предполагает широкое использование компьютеров, программных средств — геоинформационных систем (ГИС), данных дистанционного зондирования. Компьютер, установленный на борту сельскохозяйственной машины и управляющий процессом внесения минеральных удобрений, «знает», какие удобрения и в какой дозе следует вносить в тот или иной участок поля. Там, где есть уверенность в получении высокого урожая, вносимая доза удобрений уменьшается; там, где есть опасность недобора урожая, доза удобрений увеличивается. По аналогичной схеме работают и компьютеризированные агрегаты для внесения гербицидов и пестицидов. Компьютерная технология позволяет земледельцам вести



Сырный рынок в Эдаме (Нидерланды).





Уборка кукурузы.

Новые свойства растений, полученные с помощью генной инженерии, такие, как урожайность, сопротивляемость болезням, могут с таким же успехом передаваться и сорнякам, и вредителям. Трудно даже предположить все последствия отбора новых генотипов. Официальным годом рождения генетически модифицированных продуктов (ГМ-продуктов) считается 1994 год, когда в США была разрешена продажа выращенных с помощью генной инженерии помидоров.■

Земля, возделанная человеком.



Примером использования космических и компьютерных технологий в земледелии является проект по прогнозированию урожая сахарной свеклы на основе спутниковой информации, осуществляемый в Великобритании. Предполагается, что по космическим данным можно будет предсказывать урожай сахарной свеклы за 3 месяца до того, как это окажется возможным сделать с помощью традиционной методики, основанной на наземных данных. Проект будет распространен на всю Европу. Создаваемая в России система мониторинга земель будет также иметь аэрокосмическую подсистему для сбора оперативной информации о состоянии земель различного назначения. На электронном изображении, получаемом с космических высот, будут различимы объекты линейным размером около 1 м.■

Орошаемые земли в мире занимают 220 млн. га (в Азии — 3/5), т. е. 17,5% всех используемых в мире сельхозугодий. Однако в скором будущем будет развиваться и капельное орошение или подпочвенное с использованием пластиковых труб, компьютеров и автоматики. Снизятся расходы воды и будет выбираться оптимальный режим полива.■

Сельскохозяйственная авиация.



агропроизводство на экологически чистой основе, ориентированной на экономию удобрений, получение максимальных урожаев и предохранение окружающей среды от загрязнения.



Вертолет, разбрасывающий химические удобрения.

В последнее время улучшаются качества применяемых концентрированных комплексных удобрений, совершенствуются методы их внесения (преимущественно в жидком и гранулированном виде); в развитых странах сокращается использование минеральных удобрений и пестицидов. Доля развитых стран в общемировом потреблении минеральных удобрений упала до 33%.

Дело в том, что химические средства исчерпали свои возможности. На единицу территории по применению минеральных удобрений лидируют Китай, страны Западной Европы, Россия и др.

Отдача от дополнительно внесенных удобрений снизилась более чем в 2 раза. Видимо, урожайность поднялась до такого уровня, когда применение удобрений уже не дает результатов, а у наиболее высокоурожайных сортов пшеницы достигнут предел роста. В то же время повышается устойчивость и вредителей к инсектицидам. Кроме того, ядохимикаты уничтожают полезных насекомых и микроорганизмы. Многие страны поэтому перешли к биологическим и механическим средствам защиты — так называемому «пест-контролю». Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО) разработала меры по «пест-контролю» для 600 культур, в том числе для таких, как бананы, какао, цитрусовые, кассава.■

XXI век — век биотехнологии, которая позволяет перейти к наиболее экологически устойчивым производствам. Биотехнология — это комплексная многопрофильная область научно-технического прогресса. По своему значению открытие метода пересадки генов стоит в одном ряду с такими событиями XX в. как расщепление атомного ядра, выход в космос или изобретение ЭВМ. Сельское хозяйство находится на пороге новой технической революции. Прежняя биотехнология основывалась на селекции, тогда как новая биотехнология ставит перед собой задачу перестроить живые организмы на клеточном и молекулярном уровне с целью изменения их свойств. Речь идет о качественно новой ступени развития сельскохозяйственного производства: создании растений с заданными свойствами, максимальном использовании их физиологического потенциала (устойчивости к болезням, вредителям, сорнякам, способности усваивать азот из воздуха).

Биотехнология расширяет географические границы применения новых технологий и позволяет вести сельское хозяйство практически во всех регионах, включая те, где в силу разных причин это пока невозможно. Биотехнология применима к любому живому организму. В лабораториях ТНК ве-

дутся работы по генетическому совершенствованию практически всех культур. В перспективе биотехнология может привести к полной независимости сельского хозяйства от природных условий. Будут созданы засухо-, морозо- и болезнеустойчивые сорта растений, которые смогут расти на засоленной почве и вызревать в более короткие сроки.

Биотехнология позволит дольше сохранять и повышать качество продуктов питания, экономить энергию и сырье, снизить зависимость процесса сельскохозяйственного производства от воздействия погодных и климатических факторов. Перспективы, которые открывают биотехнологии в сельском хозяйстве, практически не ограниченны. По некоторым данным, улучшение генетических свойств растений снижает стоимость производства и потери на 40 – 50%.

Современную роль семеноводства в настоящее время определяют формулой: «Кто владеет семенами, тот владеет миром». Наиболее развитые страны мира стремятся захватить в свои руки это мощнейшее продовольственное оружие. Бесспорным лидером в области современного семеноводства являются США. Созданы крупнейшие семеноводческие корпорации «Пайонер», «Фанк», «Де-Калб» и др. Почти из 100 концернов, занимающихся разработками в области биотехнологии, половина приходится на Японию и Западную Европу, а половина – на США.

Концерны ведут научно-исследовательскую работу, причем не только прикладную, но и фундаментальную. Фундаментальные разработки касаются области селекции (генная инженерия, интенсификация, фотосинтез и т. д.). Между частными и государственными секторами происходит интеграция: «научные исследования – подготовка кадров – внедрение научных достижений». Американские концерны имеют благоприятные условия для проникновения на европейские рынки. В развитие биотехнологий компании вкладывают огромные средства.

Но в результате введения новых технологий произойдет дальнейшее сокращение числа людей, занятых в сельском хозяйстве, ускорится индустриализация хозяйств, повышение продуктивности земель сократит площади обрабатываемых земель.

Однако наряду с преимуществами генная инженерия таит определенную опасность, а потому набирает силу экологически чистое сельское хозяйство. Урожайность, конечно, ниже, но зато нет вредных последствий. Не все достижения НТР применимы в странах «третьего мира». Там следует использовать технологии, которые опирались бы на традиционные методы ведения хозяйства. Иными словами, технологии и агротехника должны там специально разрабатываться для местных условий, а не просто заимствоваться из развитых стран. Путь экологически чистого сельского хозяйства для стран «третьего мира» более приемлем, так как там преобладает в основном мелкое крестьянское хозяйство и освоение новых методов идет не так быстро. Интересен пример Китая: занимая второе место в мире по применению минеральных удобрений, он по-прежнему остается страной, где половину вносимых в почву питательных веществ составляют органические удобрения.■



Обработка и полив полей.



Обработка растений в оранжерее.

На научные исследования по генетическому инжинирингу корпорация «Монсанто» уже потратила более 15 лет и более 1 млрд. долларов. Первые плоды этих усилий – генетические изменения селекционных семян соевых бобов, которыми в США уже засеяны 2% отведенных под эту культуру площадей. Два вида семян обладают генной защитой от наиболее распространенных насекомых и вредителей.■



Небольшой базарчик в Мехико.

Транспорт

Стоянка машин в многонаселенном городе.



Транспорт — естественное и необходимое продолжение промышленного и сельскохозяйственного производственных процессов, материальная основа международного и межрайонного разделения труда. Транспорт способствует как специализации, так и комплексному развитию хозяйства.



Фаэтон начала XX в. С таких машин начиналось автомобилестроение.

Масштабы развития современного мирового транспорта характеризуются такими показателями, как длина путей сообщения и объем грузооборота и перевозимых грузов. Все пути сообщения и все транспортные средства мира образуют мировую транспортную систему. Ее можно рассматривать в двух аспектах: как отраслевую структуру, т. е. по видам транспорта, и как территориальную, т. е. по регионам. Отраслевая структура современного транспорта — это шесть главных его видов: железнодорожный, автомобильный, морской, внутренний водный, трубопроводный и воздушный. За исключением трубопроводов, применяемых только для передачи грузов (притом специфических — жидких, газообразных, частично сыпучих), все остальные виды транспорта используются для перевозки как грузов, так и пассажиров, т. е. в известном смысле они взаимозаменяемы. Однако роль отдельных видов транспорта в перевозке грузов и пассажиров в разных странах мира в целом неодинакова.■

Бесконечные шоссейные дороги Америки.



На автомобильные дороги приходится примерно 24 млн. км из более чем 30 млн. км дорожной сети мира. Сеть их продолжает расти, хотя основное внимание во многих странах теперь уделяют не удлинению дорог, а повышению их качества. Таковы же перспективы и в отношении развития пассажирских автоперевозок. Все большую роль в перевозках грузов и пассажиров играют трансконтинентальные магистрали. Наиболее известны такие шоссейные дороги, как, например, шоссе через пустыню Сахара в Африке или протянувшееся через всю страну шоссе в США — от атлантического до тихоокеанского побережья, а также шоссе между Канадой и США и далее через страны Латинской Америки. Панамериканское шоссе пролегло через Северную и Южную Америку, соединившись с Трансамазонским шоссе. В России протяженность автомобильных дорог с твердым покрытием составляет свыше 500 тыс. км, но для минимального удовлетворения социально-экономических потребностей необходимо не менее 1,5 млн. км. Большой проблемой в нашей стране остается качество дорог.■



Современная автомобильная развязка.

Автомобили — почти единственный потребительский товар, спрос на который существенно превосходит объемы производства (к 50 млн. производимых на пяти континентах машин еще добавляется ежегодно 70 — 80 млн. подержанных автомобилей). В мире только три вида товаров имеют обширный вторичный рынок: недвижимость, автомобили, сырье. Автомобиль — самый дорогой после жилья товар. У населения США покупка автомобилей составляет примерно 8 — 10% общей суммы потребительских расходов. Автомобилестроение тесно связано с другими отраслями: падение спроса на автомобили тут же сказывается на развитии черной и цветной металлургии, резиновой, шинной, стекольной и других отраслях промышленности, сфере услуг и т. д. В то же время автомобильный транспорт справедливо считают главным виновником экологических проблем. Общество также несет колоссальные расходы из-за автомобильных пробок на дорогах.■

Развитие железнодорожного транспорта в последние десятилетия происходило значительно медленнее, чем автомобильного и трубопроводного. Сеть железных дорог в мире в основных чертах сложилась еще в начале XX в. Ее общая протяженность (1,3 млн. км) достаточно стабильна, хотя непрерывно происходит ее уменьшение в одних странах и рост в других. Доля железнодорожного транспорта в мировом пассажиро- и грузообороте до недавнего времени имела тенденцию к снижению (с 30,8% в 1950 г. до 15% в конце 90-х гг.). Однако это не означает постепенного отмирания его роли. В перспективе среди сухопутных видов железнодорожный транспорт, по-видимому, сохранит свою ведущую роль в перевозках массовых грузов на средние и дальние расстояния. В России железнодорожный транспорт перевозит почти 90% всех грузов и более 30% — пассажиров. Роль, которую играют железные дороги в России, продиктована масштабами страны: структура промышленного комплекса у нас такова, что источники сырья и перерабатывающие комбинаты разделены порой тысячами километров. Доставка на такие расстояния больших партий грузов не имеет альтернативы. Железные дороги России перевозят 88% угля, 94% руды, 88% черных металлов, 79% удобрений, 66% лесных грузов и т. д.■

Трубопроводы как самостоятельный вид транспорта получили развитие благодаря быстрому росту добычи нефти и природного газа и вследствие того территориального разрыва, который в большинстве случаев существует между районами их добычи и потребления. Общая протяженность магистральных трубопроводов мира приближается к 2 млн. км и продолжает быстро расти. Также возрастают объем и доля в структуре мирового грузооборота (примерно 11%). На очереди — более широкое применение трубопроводов для транспортировки твердых и сыпучих грузов (угля, руд, продукции земледелия) и создание трубопроводного пневматического контейнерного транспорта.■

Морской транспорт имеет наибольшее значение среди всех видов транспорта. Объем международных морских перевозок достиг 4 млрд. т, или почти 80%

История трубопроводного транспорта, как и история нефтяной промышленности, восходит к середине XIX в. Первый нефтепровод длиной всего 6 км был построен в США в 1865 г. Через 10 лет промышленный центр Питтсбург в Пенсильвании был соединен с нефтепромыслом 100-километровым нефтепроводом. В Латинской Америке первый нефтепровод был проложен в Колумбии в 1926 г., в Азии (в Иране) — в 1934 г., в зарубежной Европе (во Франции) – в 1948 г. Строительство газопроводов приняло большой размах только в XX в. По длине нефтепроводов и газопроводов Северная Америка почти в 2 раза опережает все другие страны и регионы.■



Скоростной пассажирский поезд.

Самые большие по протяженности газопроводы действуют в США (более 460 тыс. км); в странах СНГ (более 230 тыс. км), в том числе в России — 150 тыс. км, Канаде (около 60 тыс. км). Длина нефтепровода «Дружба» — 5,5 тыс. км; газопровода Уренгой — Западная Европа — более 4,5 тыс. км.■



Россия намечает в начале XXI в. сделать все свои внутренние водные пути доступными для захода иностранных судов. Уже стали открытыми для захода таких судов водные пути из Каспия до Астрахани и из Азовского моря до Ростова-на-Дону. Поучителен пример с Дунаем, где немецкий и голландский флоты контролируют почти 80% перевозок; бельгийскому флоту досталось 10%, а судам, зарегистрированным в Австрии и Венгрии, — 5,4 и 2,8% перевозок соответственно.

Пока вход иностранных судов в российские реки сдерживается из-за неудовлетворительного состояния инфраструктуры водного транспорта. Речные судоходные пути России насчитывают 106 тыс. км, но четвертая их часть практически не используется.

Вопрос о передаче водных путей России под контроль иностранных перевозчиков имеет как сторонников, так и противников. Тем не менее под этот проект уже планируется сооружение нескольких крупных терминалов. В частности, Нижегородский терминал – крупнейший транспортный узел страны.■

перевозок всех грузов между странами. Морские суда ходят под флагами более 100 стран мира. В числе стран – лидеров мирового торгового флота Либерия, Панама, Япония, Греция, США, Кипр, Китай (по тоннажу морского флота). Рост морского транспорта связан с увеличением трансокеанских грузопотоков. Это результат дальнейшего развития международного географического разделения труда. Важные морские пути пролегли через Атлантический, Тихий и Индийский океаны. Только на Атлантику приходится около 50% мировых перевозок, хотя в последние годы растут грузопотоки и через Тихий океан (из Японии и «новых индустриальных стран»). Узлами «сгущения» океанских трасс стали проливы и морские каналы. Так, через Ла-Манш за сутки проходит около 500 судов, через Гибралтар — 140. Важнейшие каналы – Суэцкий и Панамский. Большое значение для международных связей имеет Кильский канал (ФРГ), через который идет путь из Восточной Европы к крупнейшим портам Западной Европы.



Больше половины всех морских грузоперевозок составляют нефть и нефтепродукты: из каждых 10 т добываемой в мире нефти 6 т перевозится к месту потребления морем. Особенно крупные грузопотоки формируются в Персидском заливе в направлении Западной Европы, Японии и США. Второе место в мировом морском грузообороте занимают навалочные и насыпные грузы — каменный уголь (занимает первое место среди массовых сухих грузов), железная и марганцевая руда, бокситы, фосфориты, древесина, зерно и т. д. Основные экспортеры угля — Австралия, США, ЮАР. Мощность крупнейшего в мире углевывозящего порта Ричардс-Бей (ЮАР) – около 30 млн. т. Крупнейший в мире рудовывозящий порт Тубаран в Бразилии имеет грузооборот 70 млн. т. Большой объем в мировых перевозках морским транспортом занимают зерновые культуры. Крупнейшими экспортерами зерна являются США, Канада, Австралия, Аргентина. Больше половины объема перевозок зер-



Транспортировка леса на больших реках.

Баржа на судоходной реке.





Такие пароходы перевозят туристов.

новых направляется в развивающиеся страны. Примерно 1/5 часть всех идущих морем грузов составляют так называемые «генеральные» — готовые изделия и полуфабрикаты. Приток этих грузов на морские трассы особенно усилился в связи с развитием контейнерных перевозок. К крупнейшим портам мира (по грузообороту) относятся: Роттердам (Нидерланды); Гонконг, Шанхай (Китай); Сингапур (Сингапур); Нагоя, Йокогама, Тиба, Кобе (Япония); Новый Орлеан, Нью-Йорк, Филадельфия (США); Антверпен (Бельгия); Гавр, Марсель (Франция); Лондон (Великобритания); Мена-эль-Ахмади (Кувейт) и др. Самый крупный морской порт России Новороссийск – главный порт по экспорту нефти. На географию морских перевозок большое влияние оказывают международные каналы, особенно Суэцкий (грузооборот – около 350 млн. т) и Панамский (грузооборот – около 150 млн. т). Огромное значение для многих европейских стран имеет Кильский канал (ФРГ), соединяющий Кильскую бухту Балтийского моря с низовьями Эльбы и портами Киль и Гамбург.

Что касается морских пассажирских перевозок, то они резко сократились прежде всего в результате возросшей роли воздушного транспорта, при этом получают развитие круизные рейсы на комфортабельных морских лайнерах.■

Воздушный транспорт (протяженность воздушных путей – около 8 млн. км) по темпам своего развития опережает большинство других видов транспорта. География мирового воздушного транспорта в значительной мере определяется сетью аэропортов, играющих роль важнейших узловых точек в мировой транспортной системе. Обслуживают международные перевозки около 1 тыс. аэропортов. Самые крупные из них находятся в Чикаго (О' Хара), Далласе, Лос-Анджелесе, Атланте, Лондоне (Хитроу), Токио (Ханеда), Нью-Йорке (Кеннеди), Сан-Франциско, Денвере, Франкфурте-на-Майне, Париже (Орли), Майами, Гонолулу, Бостоне и многих других городах. Пропускная способность таких аэропортов – свыше 60 — 75 млн. пассажиров в год.■

Транспортная система промышленно развитых стран имеет сложную структуру и представлена всеми видами транспорта, включая электронный. Особенно высоким уровнем развития транспорта отличаются Япония, США, Франция, Великобритания. Именно транспорт развитых стран обеспечивает 85% грузооборота мирового внутреннего транспорта (без морского дальнего плавания), причем в странах Западной Европы 25% грузооборота приходится на железнодорожный транспорт, 40% — на автомобильный, а оставшиеся 35% — на внутренний водный, морской каботаж и трубопроводный виды транспорта.■

В 1994 г. по инициативе ЕС стал претворяться в жизнь проект TRACECA (Transport Corridor Europe — Caucases — Asia): из Европы товары паромами доставляются в Закавказье, затем следуют через среднеазиатские республики бывшего СССР и по железнодорожной магистрали «Дружба» — Тяньцзинь достигают портов восточного Китая. К настоящему времени большинство звеньев этого коридора уже замкнуто, и по ним пошли грузы. Большое развитие в последнее время получило и ответвление 9-го панъевропейского (критского) коридора — Одесса – Кишинев – Минск с выходом к Балтийскому морю. По этому пути грузы из Северной Европы попадают в Одессу, а оттуда по паромным переправам — на TRACECA. Эти трассы идут в обход альтернативных российских и в бюджет России никаких доходов не приносят. Однако Россия прорабатывает в настоящее время «российский железнодорожный коридор из Европы в Азию», предполагающий пропуск ускоренного состава грузов от побережья Тихого океана к западной границе СНГ (до Бреста). В результате путь груза окажется на 17 суток короче морского. В целом доставка контейнера из Германии занимает менее 20 дней (69% от затрат времени морем), а экономия составляет до 450 долларов за контейнер.■



Экраноплан – возможное будущее авиации. (В стадии разработки.) Он способен летать очень близко к поверхности воды, не касаясь ее.

Внешняя торговля

Важнейшая характеристика мирового хозяйства — объем и структура внешней торговли. Отличительной особенностью современного этапа развития мирового хозяйства является тот факт, что обмен (т. е. внешняя торговля) растет быстрее, чем само производство.

Существуют большие различия в структуре внешней торговли развитых и развивающихся стран: развитые страны в основном продают машины, а развивающиеся — минеральное сырье. В мировой внешней торговле ведущие позиции занимает Западная Европа, на долю которой приходится больше половины ее оборота. Это объясняется составом стран, среди которых преобладают высокоразвитые страны с «открытой экономикой». Среди ведущих экспортеров и импортеров в мире лидируют четыре страны – США, Германия, Япония и Франция. Один из важнейших внешнеторговых показателей, влияющих на общее состояние экономики, — баланс (или сальдо) внешнеторговых операций. Постоянно положительное сальдо (т. е. экспорт превышает импорт) имеет Япония и гораздо меньшее – Германия. Огромное отрицательное сальдо имеют США и небольшое — Франция.

Основная доля мировой внешней торговли сконцентрирована в пределах развитых стран (и особенно внутри Западной Европы). Большое место занимает торговля между развитыми и развивающимися странами.

В хозяйственных связях между странами и в международной торговле услугами особую роль играют международные финансовые отношения (совокупность трех мировых рынков – валютного, кредитного и инвестиционного).■

Валютный рынок представляет собой систему социально-экономических и организационных отношений по купле и продаже иностранных валют. Основная часть операций совершается с обязательствами о поставке валюты в определенные сроки. Смысл торговли валютой состоит в желании продать как можно дороже, а купить по возможности дешевле. Торговля ведется на основе разницы в валютном курсе. Наибольший объем операций приходится на десяток крупнейших валютных бирж мира. Ежегодно на каждой из них совершаются сделки на десятки миллиардов долларов, а на самых крупных, расположенных в Лондоне, Нью-Йорке, Токио, — даже более 100 млрд. долларов. На валютных рынках в небольших масштабах торгуют монетами из драгоценных металлов и наличной валютой.■

Мировой кредитный рынок — система взаимоотношений между странами по предоставлению и выплате различных ссуд и кредитов. Кредиты делятся на государственные (предоставляются исходя из внешнеполитических приоритетов государства-кредитора) и частные (предоставляемые под проценты); доля последних намного больше.

В эпоху НТР резко возросло значение торговли научно-техническими знаниями, т. е. технологиями и научной информацией. Каждое изобретение регистрируется, а заявителю выдается патент. Владелец патента вправе продать разрешение, т. е. лицензию на его использование, в своей стране или за рубежом. В 90-е гг. XX в. мировой экспорт лицензий оценивался более чем в 20 млрд. долларов. Лидеры-экспортеры лицензий — США (около 2/3), Швейцария и Италия; главные покупатели лицензий — Япония (получила мировое признание за чрезвычайно эффективное использование иностранного научно-технического опыта), Италия и Германия. Помимо лицензий на рынке научно-технических знаний торгуют и так называемым «ноу-хау» («знаю как»), т. е. совокупностью знаний и опыта, необходимых для быстрого освоения нового производства. Широко практикуется и предоставление различных научно-технических услуг, получивших наименование «инжиниринг».■

Доля новых видов услуг, связанных с современным этапом НТР (информационных, консалтинговых (от анг. consult – консультировать), инжиниринговых), в международном экспорте и соответственно импорте обнаруживает явную тенденцию к росту. Лидерство здесь – за развитыми странами.■

Картина французского художника XIX в. Э. Дега, изображающая инвесторов и дилеров, изучающих товар на хлопковой бирже Нового Орлеана в 1873 г.



Предоставление кредитов связано с определенным риском (получатель может не выплатить сумму долга и причитающиеся проценты в оговоренные обязательствами сроки), поэтому различные международные организации регулярно проводят рейтинг стран мира «по степени риска кредитных операций». Получение кредитов (как и их предоставление) является нормой международных отношений. Кредиты, предоставленные на выгодных условиях (низкий процент и срок выплаты), способствуют решению актуальных экономических задач и не создают серьезных проблем с их выплатой. Однако предоставление кредитов под слишком высокие проценты и использование иностранных заемных средств для «латания дыр» в различных хозяйственных сферах могут привести к финансовому кризису.■



Британский банк. 1808 г.

Мировой инвестиционный рынок представляет собой глобальный механизм долгосрочного зарубежного вложения финансовых средств с целью получения предпринимательской прибыли. Инвестиции бывают государственные и частные и делятся на прямые (дающие инвестору право контроля за деятельностью инвестируемого объекта) и портфельные (не составляющие значительной доли и не дающие право контроля). Прямые инвестиции являются не только орудием сращивания экономик (как, например, взаимные капиталовложения в ЕС), но и способом проникновения на те рынки, где рост экспорта товаров и услуг сталкивается с большими трудностями – высокими пошлинами, сильной конкуренцией и т. д. Тем более портфельные инвестиции, которые ориентируются не на стратегию завоевания (удержания) зарубежных рынков, а прежде всего на доходность зарубежных ценных бумаг. Среди частных инвестиций, которые по объему намного опережают государственные, преобладают средства ТНК (транснациональных компаний). Половина всех мировых инвестиций приходится на три страны: США, Великобританию и Японию. Наиболее привлекательными для инвесторов являются США (высокая емкость рынка, наличие мощнейшей и самой современной инфраструктуры), Китай (дешевые трудовые и другие ресурсы, льготный режим для иностранных инвесторов). Великобритания – традиционный «мост», или «трамплин», в Европу для американских и азиатских компаний).■



Уличный торговец деньгами. В 1970 — 1980 гг. правительство Бразилии было вынуждено печатать огромное количество денег, чтобы поспеть за инфляцией.

Кроме товарных, финансовых и других существует и специфический рынок рабочей силы. Как и другие рынки, его формируют спрос (количественная нехватка рабочей силы или ее относительная дороговизна) и предложение. Спрос характерен для развитых стран, а предложение — для развивающихся. Точную величину иммигрантов оценить невозможно, так как часть из них не зарегистрирована, примерная их оценка — 20 млн. человек. Потоки международной рабочей силы носят преимущественно региональный характер. Рабочая сила из Индии, Пакистана, Йемена и Египта мигрирует в основном в соседние арабские и нефтедобывающие страны; поляки, турки, алжирцы, марокканцы и тунисцы – в Западную Европу; латиноамериканцы – преимущественно в пределах своего региона или направляются в Северную Америку, а мигранты из СНГ перебираются в основном в Россию.■



Туризм — важное звено мировой экономики.

Графические модели Земли

Одно из величайших достижений, которое было сделано на заре человечества, задолго до появления письменности, – это создание карты. Поначалу это были примитивные зарисовки, которые мы сегодня назвали бы кроками, или абрисами, да и охватывали они лишь охотничьи угодья первобытного человека или окрестности его жилища. Но шло время, границы ему известного мира расширялись, усложнялись, и совершенствовались карты. Они оказались универсальными инструментами познания, без которых невозможно стало изучать не только Землю, но и Вселенную.

Карта способна вобрать в себя все сведения об объекте – будь то небольшой поселок или отдаленная планета. С одного листа топографического планшета можно извлечь столько информации, что она едва поместится в объемную книгу. Но в отличие от книги эту информацию можно охватить единым взором. Но карты — это не только результат исследований, они еще и источники новых знаний. В эпоху географических открытий с их помощью в тиши кабинетов было предсказано существование многих островов, проливов и горных хребтов. В наше время открытие месторождения, прогноз урожая как результат анализа специальной карты стали обычным явлением в работе исследователей.

Существует целая область человеческой деятельности, которая называется картография. Поначалу она была уделом избранных. В древности картографы походили скорее на художников или ученых, да и карты были произведениями искусства, которые изобиловали красочными изображениями далеких стран и их обитателей. Технический прогресс подарил картографам печатный станок, который позволил наладить массовое производство, но еще долго оно было связано с тяжелой и филигранной работой граверов. Фоторепродукция значительно облегчила изготовление карт, но ускорили этот процесс компьютерные технологии.

Не оставался неизменным и материал, на который наносилась карта. Первобытный человек использовал бивень мамонта, камень или дерево. В античности карты рисовали на папирусе и ткани, позднее – пергаменте. Наконец появилась бумага – доныне самый распространенный носитель карт. Однако сегодня все чаще мы имеем дело с виртуальными картами, т.е. их изображениями на экране монитора; очевидно, будущее за ними.

Древние греки сделали эпохальное открытие – Земля имеет форму шара (позднее выяснилось, что планета несколько приплюснута по оси своего вращения, есть и другие «изъяны» в ее форме, которую назвали геоидом). В картографии появилась проблема: как отобразить сферическую поверхность на плоскости с минимальными потерями в качестве и достоверности изображения – в любом случае искажений избежать нельзя. Конечно, можно воспользоваться уменьшенной моделью планеты – глобусом. Однако он неудобен для использования (например, в путешествии), да и информации на него он будет содержпть не так уж и много. На помощь пришли точные науки. Появились картографические проекции – «математически точные изображения» земного пространства. Для того чтобы можно было однозначно сопоставить точки на планете и на ее деформированном плоском изображении, на географические карты наносится в первую очередь координатная сетка – паутина не существующих в реальности линий меридианов и параллелей.

Как же излагается информация на карте? Первые картографы, отображая свое видение мира, опирались на зрительные образы и пытались с помощью небольших, не похожих друг на друга рисунков передать особенности каждой реки, вершины, храма – любого объекта на местности. Однако такую карту было чрезвычайно сложно не только изготовить, но и понять. Постепенно обозначения приобретали абстрактные геометрические формы, хотя и сохраняющие, по возможности, подобие объектов. Чтобы карта получила объемность, а каждая ее точка несла количественную информацию, изобрели так называемый способ изолиний, и это еще одно выдающееся достижение картографии, которое было взято на вооружение другими науками. Появился непременный атрибут карты – легенда, или свод условных обозначений. Усвоив его, грамотный «читатель» понимает «язык» карты и видит за многообразием знаков, линий, цветных пятен и штриховок строгую логику изложения фактов.

Разнообразие карт поистине безгранично. Одни из них охватывают весь земной шар, другие ограничены рамками государства, области, города или его района. Есть свои карты у историков, военных, медиков, мореходов. И все-таки карта не может объять необъятное.

Следующим шагом в развитии картографической мысли стало создание атласов — настоящих энциклопедий карт. Считается, что первое произведение такого рода, автором которого был Птолемей, появилось еще в Римской империи. В конце XVI в. в Нидерландах, где работали выдающиеся картографы Ортелий и Меркатор, было введено само понятие «атлас», который со временем приобретает популярность не только в географии, но и в других науках. Современный атлас — результат труда большого коллектива специалистов. Как и карта, атлас может иметь разное назначение и пространственный охват.

Прогресс тем временем не стоял на месте. Человек все выше поднимался в воздух, возможности обзора становились все шире. В 1957 г. произошел запуск первого космического аппарата, который положил начало новой, космической, эре в исследовании Земли. Фотографии совершенствовались и позволили получать цветные изображения. Более того, стало возможным делать съемку в узком диапазоне спектра и даже в его невидимой части. К фотографии подключились телевизионная съемка, цифровое сканирование и радиолокация. Все вместе они составляют основу современной аэро- и космической съемки. Детальность и качество получаемых ныне изображений достигли такого уровня, что позволяют из ближнего космоса читать газету в руках стоящего на земле человека. Главное, чтобы она была открыта взгляду сверху.

Компьютеризация вызвала подлинную революцию в картографии. Электронная карта стала доступной всем и везде. Ее можно легко изменить по собственному желанию и даже «оживить» — наблюдать за развитием процессов или движением объектов по планете. С помощью спутниковой навигации можно установить свое местонахождение и передать его на компьютерную карту. Она автоматически позволит выбрать оптимальный маршрут и будет руководить автопилотом по пути следования.

В XIX в. человек осуществил свою заветную мечту: он создал летательные аппараты и поднялся на них над Землей. Он не только увидел родную планету со стороны, но и смог запечатлеть ее облик с помощью фотоаппарата. Снимки, сделанные с высоты птичьего полета, были похожи на знакомые картографические изображения местности и в то же время разительно отличались от них массой новых деталей. В кратчайшие сроки громадные территории были покрыты аэрофотосъемкой. Она буквально обрушила на географов и картографов лавину ценнейшей информации, которая поступала оперативно и охватывала одновременно обширные площади. Вооружившись специальным прибором и разглядывая два соседних снимка (так называемую стереопару), можно получить объемное изображение местности. Однако к фотографии не прилагается легенда, и снимки Земли еще предстояло научиться понимать. Развивались так называемые аэрометоды, которые позволяли толковать (дешифрировать) фотоизображения и получать на их основе точные топографические и иные карты. Для обработки полученных аэрокосмических материалов сегодня широко привлекаются компьютерные технологии.

Все множество карт, снимков и компьютерных изображений Земли теперь объединяются понятием «геоизображения». В науке возникло новое направление, их изучающее, — геоиконика. Ведущую роль в ее развитии играют ГИС — географические информационные системы. Объединенная с базами данных, электронная карта стала незаменимым инструментом в работе ученых, проектировщиков, работников управленческих аппаратов. ГИС состоит из множества слоев, каждый из которых несет свою нагрузку. Многие из ГИС, по сути, являются электронными атласами, которые, в отличие от своих бумажных «собратьев», могут свободно разместиться на одном компакт-диске. Все чаще электронные карты, атласы и ГИС не только выступают в качестве консультантов (например, при подсчете голосов на выборах), гидов и учителей. ГИС не только обеспечивают отображение данных в виде карты или графиков, но и собирают информацию со всех уголков планеты, обрабатывают и распространяют ее. Электронные средства связи, и в первую очередь всемирная компьютерная сеть Интернет, позволяют оперативно обмениваться картографической информацией. Это значит, что любая ГИС, а вместе с ней и любая карта потенциально может быть доступна каждому везде и всегда.■



Клавдий Птолемей *(около 90 — около 160) — античный географ и астроном из Александрии, создатель научной картографии. Его «Руководство по географии» в восьми книгах заложило начала географии как точной науки, опирающейся на картографию.*

Картография – наука, технология, производство

Изучение Земли сегодня невозможно представить без карт. География, геология, геофизика и геохимия, океанология и планетология — все они наносят результаты своих исследований на карты, обобщают и анализируют их с помощью карт, формулируют новые гипотезы, составляют и проверяют прогнозы.

Становление многих отраслей знания почти целиком опирается на **картографирование**. Например, структурная геоморфология основные сведения о рельефе получает из топографических карт, медицинская география изучает возможные ареалы возникновения болезней и эпидемий по природным и социально-экономическим картам. Один из наиболее ярких примеров — сравнительная планетология: общие закономерности



Карты, атласы и глобусы — это не только научные труды, но и произведения искусства. В эпоху Возрождения они были атрибутами картин Рембрандта и Строцци, Гольбейна и Дюрера. Картографические сюжеты символизировали государственность, дух познания и науки.■



(Слева). Одна из латинизированных реконструкций знаменитой карты мира Клавдия Птолемея (издание 1492 г.). На ней изображен мир, известный античным ученым: юг и запад Европы, Ближний Восток, часть Азии и Индия, северная половина Африки. Птолемей считал, что площадь суши значительно больше моря, а Индийский океан рассматривал как замкнутый средиземноморский бассейн. Интересно, что Птолемей уже имел понятие о меридианах и параллелях.

В своем «Руководстве по географии» Птолемей учил, что «география есть линейное изображение всей ныне известной нам части Земли со всем тем, что на ней находится... Она изображает положения и очертания с помощью одних лишь только линий и условных знаков... Все это с помощью математики дает нам возможность обозреть всю Землю в одной картине, подобно тому как мы можем обозреть небесный свод в его вращении над нашей головой».■

строения поверхности Земли и других небесных тел устанавливаются исключительно по снимкам и картам, ведь на «пыльных тропинках далеких планет» еще не было человека. Огромна роль карт в познании дна океана, бескрайние пространства которого никто из живуших никогда не охватывал взором.

Картография дает наукам о Земле общий язык, единый метод познания, и они не могут обойтись без карт, подобно тому как физика, электроника, техника не могут обойтись без математики. Велика роль карт в образовании: с детских лет мы привыкли видеть карту на классной доске. Теперь новые времена, и учебные карты все чаще высвечиваются на экранах школьных и домашних компьютеров.

Картография предоставляет информацию, совершенно необходимую для развития экономики, культуры, науки, для обеспечения обороноспособности и экологического контроля, помогает предупреждать чрезвычайные ситуации. Тот, кто владеет информацией, в том числе картографической, владеет и ситуацией. Так было всегда, а в настоящее время новейшая электронная картография производит ценнейший продукт, необходимый обществу и каждому человеку. Именно в этом непреходящее значение картографии в познании и истолковании всего, что происходит на планете.■

Картографию определяют как область науки, техники и производства, которая охватывает создание, изучение и использование картографических произведений как моделей окружающей действительности. Иногда добавляют, что картография — это еще и «искусство создания карт», и в этом большая доля истины. Картография тесно связана с искусством: многие старинные карты и глобусы приобрели теперь немалую художественную ценность и даже стали объектами коллекционирования.

Теоретики картографии имеют разные взгляды на нее как науку. Одни считают, что картография, как и география, помогает познавать окружающий мир, но только с помощью особых средств — картографических моделей. Таким образом, во главу угла ставится именно познание и моделирование. Другие, и их немало, утверждают, что основное назначение картографии — передача пространственной информации в картографической форме. Карты рассматриваются как своеобразные каналы информации, по которым сведения передаются от составителя карты к читателю. В такой трактовке картография становится частью информатики — науки об информации. Третьи считают, что картография — наука о языке карт, о знаковых системах и правилах их использования. Иначе говоря, главные научные устремления должны быть направлены на разработку и совершенствование особого языка картографии, которая предстает таким образом как отрасль лингвистики — науки о языках. Кто же прав? Какой трактовке отдать предпочтение? Каждая имеет под собой вполне реальные основания.■



Картина голландского живописца Вермера Делфтского (1632 – 1675). На ней изображен ученый-географ, склонившийся с циркулем в руке над разложенной на столе картой.

Основные вехи развития



История картографии — часть истории цивилизации. За несколько тысячелетий, прошедших со времени появления первых картоподобных рисунков, картография, как и всякая сфера человеческой деятельности, пережила взлеты и периоды застоя.

Каждый новый виток научно-технического развития оказывал влияние на картографию. Сейчас даже трудно себе представить, как кардинально изменилась карта с тех пор, когда ее стали делать на бумаге и перерисовывать в нескольких экземплярах. А когда появились печатные станки, атласы и карты стали доступны знатным и состоятельным людям. Первые тиражи были невелики, всего несколько экземпляров, но развитие картопечатания позволило изготовлять десятки, а потом и сотни копий.

В наши дни благодаря технологии фоторепродукции оригиналов карты можно размножать в тысячах экземпляров. Однако в обиход уже входят карты на экранах компьютеров. Процесс распространения карт стремительно ускоряется, а круг читателей становится неизмеримо шире. В настоящее время все, чьи настольные компьютеры подключены к глобальной телекоммуникационной сети, получили практически мгновенный доступ к крупнейшим картографическим фондам Европы, Америки, Азии, Австралии.



Небесный глобус-часы. Создан немецкими часовых дел мастерами в конце XI в. Глобус имеет диаметр 20,5 см, а его высота с латунной позолоченной подставкой – 58 см. Часы показывают названия месяцев, дней недели, время суток и солнечное время.



Одна из самых знаменитых римских карт — Пейтингерова таблица (IV в.), найденная в 1507 г. немецким историком К. Пейтингером (1465 – 1547). Карта сделана в виде свитка и дает своеобразное изображение дорог обширной Римской империи от берегов Британии до Индии.

Этапы развития картографии:

древнейшие времена — рисование на камне, дереве, папирусе, ткани;

примерно III в. до н. э. — составление рукописных карт на бумаге;

середина XV в. — изобретение картопечатания, гравирование карт на камне, на медных досках;

вторая половина XIX в. — применение фотохимических процессов для создания карт;

XX в. — развитие технологий картографирования на основе обработки аэро- и космических снимков; цифровые и электронные методы составления карт, формирование баз и банков данных;

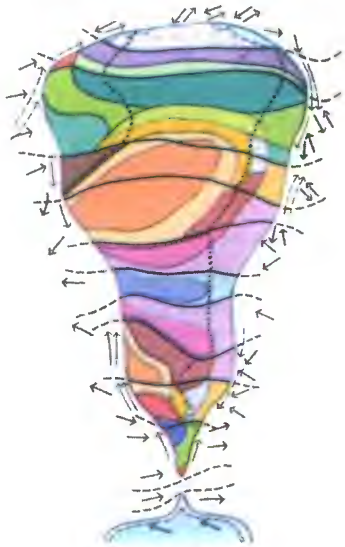
конец XX в. — составление карт в компьютерных сетях телекоммуникации.■

Не меньшую роль в развитии картографии сыграло совершенствование инструментов измерений и методов съемок на местности. Простейшие угломерные геодезические приборы были известны еще до нашей эры, но первые оптические астрономо-геодезические приборы появились лишь в начале XII в. Координатная привязка стала более точной, а значит, существенно расширилось применение карт как в науке, так и на практике.■

Крупнейший этап в развитии картографии связан с изобретением в XX в. аэрофотоаппарата, а затем и других средств съемки с воздуха и из космоса. Карты стали неизмеримо подробнее и точнее и охватили те районы, куда прежде человек не мог добраться. Наконец в наши дни появилось еще одно революционное новшество — спутниковые системы определения координат и высот на местности. Теперь, имея в руках небольшой прибор, настроенный на сигналы с искусственных спутников, можно быстро определить координаты любой точки на земном шаре. Трудоемкие геодезические измерения постепенно уходят в прошлое, и это существенно ускоряет работы, расширяет пространственный охват, повышает точность и оперативность съемок на местности.■

«Петров чертеж» — картинное изображение плана Москвы 1597 — 1599 гг., старинный русский чертеж «царствующего града — начального города всех московских государств». Пояснение к карте, обращенное к «благосклонному читателю», содержит описание четырех частей города: Китай-города, прилегающего к крепости; Кремлеграда, обнесенного каменной стеной; Царьграда, окруженного стеной из белого камня с земляной осыпью, и Скородума, или Стрелецкой слободы, расположенной в Замоскворечье.





«Идеальный материк» — модель, показывающая, как выглядела бы карта географических поясов и зон на некотором гипотетическом земном материке, если бы он был абсолютно равнинным и имел симметричную форму.

Система картографических дисциплин развивается как живой организм: от главного ствола отходят ветви, одни из них разрастаются и усиливаются, становятся самостоятельными стволами и выбрасывают новые стремительные побеги, а развитие других несколько замедляется. Такой естественный процесс характерен и для науки. Например, изыскание картографических проекций всегда считалось очень сложной проблемой и требовало применения серьезного математического аппарата и трудоемких вычислений, но с внедрением компьютерных технологий это стало «делом техники». Благодаря компьютеризации быстро прогрессируют методы использования карт, а появление спутниковых систем определения координат на местности привело к формированию совершенно новой дисциплины на стыке математической картографии, спутниковой геодезии и радиофизики. Эта дисциплина получила название «спутниковое позиционирование», т. е. местоопределение по спутниковым наблюдениям.■

Карты – модели Земли

Моделирование — один из главных методов познания окружающего мира, когда сам изучаемый объект (явление или процесс) заменяется другим, вспомогательным естественным или искусственным объектом – моделью. Модель замещает реальность на отдельных этапах исследования, и свойства ее в чем-то подобны свойствам изучаемого объекта. Она облегчает и упрощает процесс исследования, делает его менее трудоемким и более наглядным. Свойства и закономерности, установленные на моделях, переносятся затем на реальные объекты. Моделирование дает новые факты и знания, подсказывает оригинальные идеи, помогает экспериментировать, выдвигать и проверять гипотезы, а в конечном счете ведет к новым открытиям.

В современном познании моделирование понимается очень широко. В науках о Земле моделью принято считать любой заменитель реального объекта: географические (геологические и др.) описания — описательные, или вербальные (т. е. словесные), модели; карты, аэро- и космические снимки, профили и разрезы, диаграммы и блок-диаграммы — графические, или иконические (изобразительные), модели; уравнения и формулы — математические модели; образцы, макеты — физические, или натурные, модели и т. д.

Моделирование никогда не воспроизводит всех свойств реального объекта, а лишь в большей или меньшей степени приближает к нему. При этом отбрасываются ненужные детали и выделяются (моделируются) наиболее существенные, на которых сосредоточивается внимание. Моделирование — сильнейший инструмент исследования. Им пользуются все науки, в особенности естественные и технические отрасли знания. В науках о Земле самыми распространенными и удобными моделями традиционно служат карты.■

Географическая карта — удивительное творение разума и рук человеческих, маленькая модель мира. Она распахнута на все четыре стороны света и зовет к познанию недр земных и космического пространства, дна океанов и непроходимых тропических лесов.



Касаясь карты циркулем и грифелем, можно двигаться по самым необычайным маршрутам с любой скоростью, по суше и по морю или вовсе без дорог. За множеством знаков и надписей, за плавными изгибами сетки меридианов и параллелей открывается то, что скрыто от взора, и в новом свете от полюса до полюса предстает Земля — планета людей.■

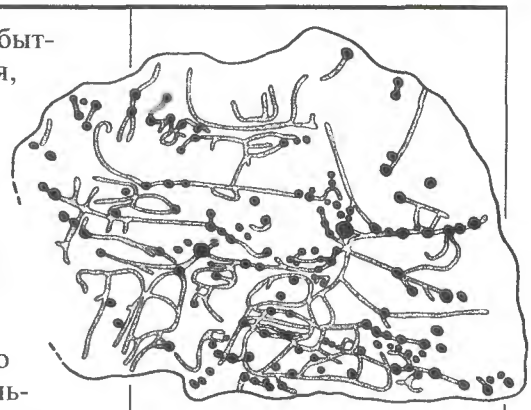
Картографические рисунки создавались еще первобытным человеком. С их помощью обозначались охотничьи угодья, соседние поселения, реки, тропы, ориентиры.

В античном мире карты использовали во время путешествий, а также для определения расстояний и подсчета площадей. Однако сам термин «карта» появился лишь в эпоху Возрождения. До этого употреблялись слова tabula и descriptionis (изображение). Слово «карта» означает «лист, бумага» и происходит от латинского «charta» и греческого «carthz» (хартес) – бумага из папируса.

Сейчас слово «карта» используется во многих языках мира: во французском – carte; немецком – Karte; итальянском и португальском – carta; голландском – kaart; шведском – karta; датском – kort; украинском – карта; греческом – carthz; турецком – harita. Не менее распространен термин, производный от латинского слова «mappa», что означало «кусок полотна»: в английском языке – map; испанском – mapa; польском, чешском, словацком – mapa; украинском — мапа.

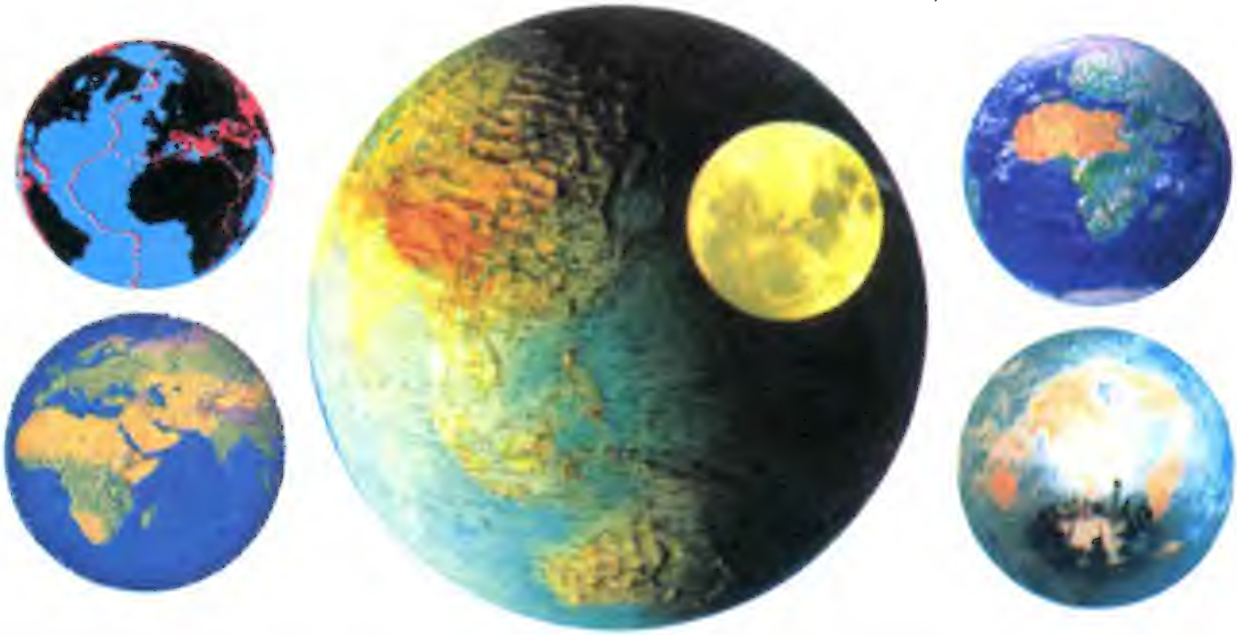
В некоторых языках применяют оба термина. Например, английском термином «chart» обозначают морские и аэронавигационные карты; в испанском слово «carta» используют для морских и астрономических карт. Есть и чисто национальные названия: по-японски – tizu; по-венгерски – terkep (буквально – изображение территории); по-литовски – zemelapis (лист Земли).

В России карты долго назывались чертежами, и в Толковом словаре В. И. Даля карта определяется именно как «чертеж какой-либо части Земли, моря, тверди небесной». Лишь в эпоху Петра I появились сначала ландкарты, а потом карты.■



«Каменная карта» (4 — 3 тыс. лет до н. э.).
Каменный монолит найден археологами на юге Иордании недалеко от залива Акаба. Плоская верхняя поверхность камня покрыта сеткой бороздок и ямок разного размера и глубины. Это одна из древнейших моделей местности. Сличение ее с современной топографической картой показало, что на ней подробно изображена древняя сеть дорог, проложенных в горных долинах, и размещение неолитических поселений. Масштаб модели примерно 1:16 000, т. е. 1 см соответствует 160 м на местности. Карта информировала о расположении поселений, дорог, троп и пастбищ. Говоря современным языком, она помогала принимать решения об использовании территории.

Глобусы – модели Земли



Научное определение карты, принятое Международным сообществом картографов, гласит: «Карта — это уменьшенное, обобщенное изображение поверхности Земли, других небесных тел или небесной сферы, построенное по математическому закону на плоскости и показывающее посредством условных знаков размещение и свойства объектов, связанных с этими поверхностями.

Определение отражает основные свойства карты. Во-первых, математический закон построения, т. е. применение проекций, с помощью которых можно перейти от сферической поверхности Земли к плоскости карты. Во-вторых, генерализованность карты, иначе говоря, отбор и обобщение изображаемых объектов. В-третьих, знаковость карты, т. е. использование особого языка условных символов».■





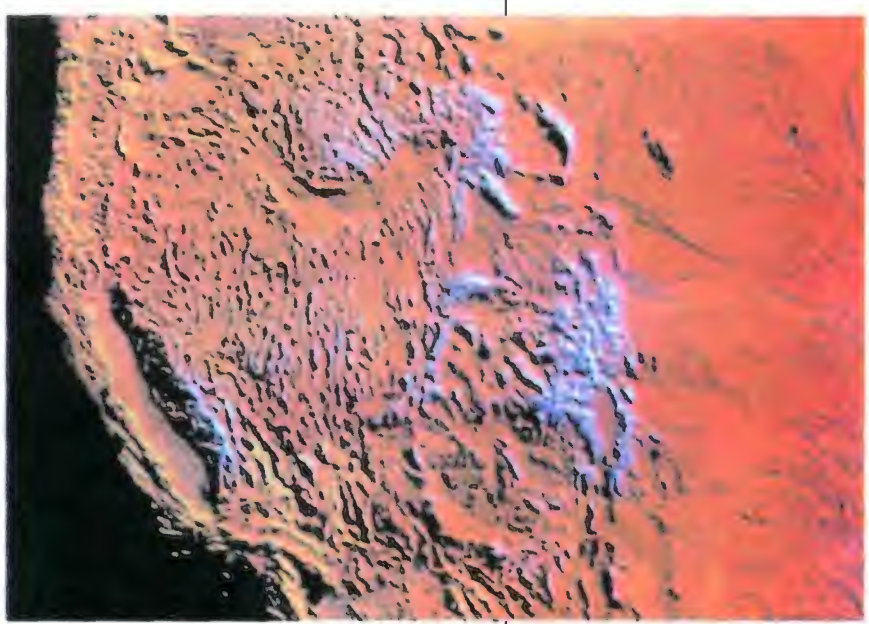
Космический снимок и карта Африки.
Снимок показывает реальный вид континента: желтые пески Сахары, темно-зеленые пятна влажных экваториальных тропических лесов, синие вены рек. Часть снимка закрыта облаками.
Карта – рукотворная картина, она передает все в условных цветах и знаках. Это знаковая модель, хотя картографы и стараются приблизить ее к «естественному» виду.

Свойства карты хорошо понятны при сопоставлении карт с аэро- и космическими снимками. Снимки дают подробный портрет, копию местности без всяких условных знаков, и территория предстает такой, какова она есть.

Картографические условные знаки во многом обогащают изображение, так как позволяют передать количественные и качественные характеристики объектов, например, могут указать породы леса или проходимость болот. С помощью знаков обозначаются объекты, не доступные взору человека, например, рельеф дна океана, строение земной коры на больших глубинах и т. п. Более того, благодаря условным знакам можно наглядно представить даже то, что нельзя ни сфотографировать, ни воспринять органами чувств, например, магнитное склонение, аномалии силы тяжести и др.

Знаками можно показать динамику процессов, их ход во времени и перемещение в пространстве (атмосферные вихри, миграции населения). Наконец, карты способны представить не только реальные объекты, но и научные абстракции, скажем, градиент поля температур или устойчивость ландшафтов к химическому загрязнению.

Снимок объективен, он показывает то и только то, что видно на местности. Картограф же сам



Два изображения горного рельефа западных районов США.

Компьютерная модель горного рельефа западных районов США: Скалистых гор, Большого Бассейна, Берегового хребта, созданная посредством обработки радиолокационных космических снимков.

Виды картографирования различаются по объекту (астрономическое, планетное и земное, а внутри земного — картографирование суши и океанов), по методу (наземное, аэрокосмическое и подводное), по масштабу (крупно-, средне- и мелкомасштабное), по степени автоматизации (ручное, автоматизированное или интерактивное и автоматическое).

В современной картографии существуют два разных, но тесно связанных между собой направления. Одно из них — географическая картография — акцентирует внимание на отображении и исследовании природы, населения, хозяйства и экологии, а главное — существующих между ними связей и взаимодействий. Другое направление — инженерная картография — делает акцент на технические аспекты и связь с геодезическими науками.■

«Картография как наука имеет предметом своего познания объективно существующий порядок взаимного размещения (конкретное пространство) материальных предметов и явлений — природных и общественных, а также временное изменение этого порядка...» — писал **А. Ф. Асланикашвили** (1916 – 1982), теоретик картографии, разработавший ее философские основы и теорию языка карты.■

выбирает знаки и способы изображения, решает, что и как будет показано на карте, что не очень существенно и может быть исключено. При этом он руководствуется не только научными принципами, правилами и инструкциями, но и своими знаниями, собственным пониманием сути и значимости картографируемого явления. Карта в отличие от снимка не является копией местности. Карта – это изображение реальности, пропущенное через голову и руки картографа. Образно говоря, на снимке представлены только факты, а на карте еще и научные понятия, обобщения, логические абстракции.■

Как модель карта обладает свойствами, очень удобными для специалистов в области наук о Земле. Прежде всего это геометрическое подобие, благодаря чему читатель получает точное представление о форме объектов, их взаимном размещении, конфигурации, т. е. о пространственной структуре.

Карты обладают масштабом и метричностью. По ним, как по моделям, можно проводить измерения, определять количественные (картометрические) показатели и качественные характеристики. Важнейшие свойства карты — наглядность и обзорность.

Человек лучше всего воспринимает наглядный зрительный образ, быстро «схватывая» объект во всей его целостности и сложности. Известно, что лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать, и карты предоставляют такую возможность. Они открывают взгляду сколь угодно обширные пространства, вплоть до планеты в целом.

Никакая из известных в географии моделей не обладает этими свойствами в такой степени, как карта. Наконец, карту отличает высокая информативность. Она намного информативнее и компактнее любого географического описания. На единице ее площади размещается большое число знаков, количественных характеристик, названий. Справочные карты, например, содержат на 1 дм^2 сотни условных обозначений и надписей.■



Та же территория (запад США), созданная картографами.

В обоих случаях рельеф передан одинаково точно и пластично.

ОБЩЕГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАРТЫ

Общегеографические карты изображают земную поверхность и находящиеся на ней основные природные и социально-экономические объекты. Можно сказать проще: эти карты показывают в основном то, что видно на местности (рельеф, растительность, населенные пункты, пути сообщения, границы и др.).



Гипсометрическая карта севера Западной Сибири – точное, подробное и красочное изображение рельефа. Темно-зеленые тона низменности, желтовато-коричневая окраска Уральских гор и хребта Пай-Хой создают пластический эффект. Он усилен применением отмывки, подчеркивающей неровности рельефа. К гипсометрической карте «привязывают» и с ней согласуют все другие тематические карты природы.

Топографические и обзорно-топографические карты имеют многоцелевое применение: при решении хозяйственных, научных, учебных, военных и иных задач. Во всех странах топографическим картографированием занимаются государственные картографо-геодезические службы и военные ведомства. Серии карт разных масштабов, покрывающих всю страну, постоянно обновляются. Это требует огромных затрат и везде считается делом государственной важности. В России топографо-геодезические работы выполняет Федеральная служба геодезии и картографии (Роскартография). Россия располагает самым крупным в мире единым блоком топографических карт в масштабе 1:25 000, который включает десятки тысяч листов. Кроме того, составлены единые блоки карт в масштабе 1:100 000 и в более мелких. Для отдельных промышленных районов и крупных городов делают свои крупномасштабные топографические карты и планы.■

Содержание топографических карт составляют основные элементы местности: рельеф (естественные и искусственные формы); гидрографическая сеть и гидротехнические сооружения; растительность, основные сельскохозяйственные угодья и грунты; населенные пункты и отдельные строения; промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты; наземные пути сообщения и линии связи; границы и ограждения; геодезические пункты.

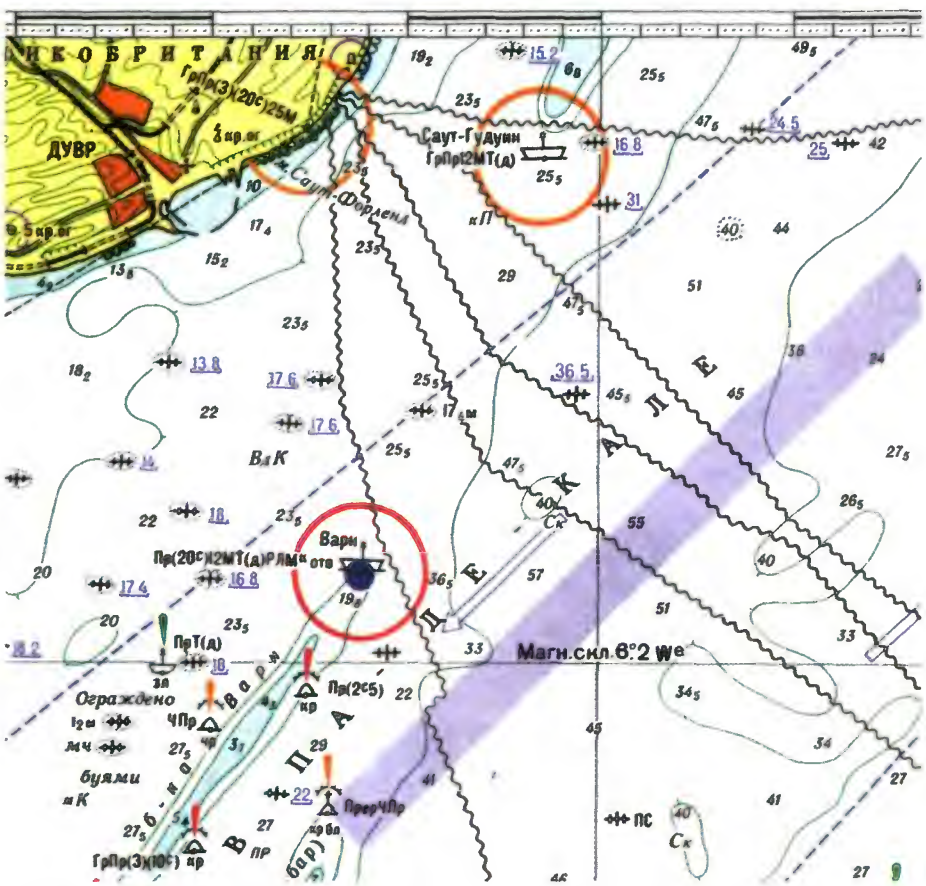
Умение пользоваться топографическими картами необходимо каждому человеку – хозяйственнику и инженеру, штурману и ученому, автотуристу и пешеходу, охотнику и краеведу. Таким образом, эти карты в разных видах входят в повседневную жизнь. Анализ топографических карт — мощное

средство исследования, которым пользуются все науки о Земле. Например, изучая детали рельефа местности по топографической карте, ученый может многое узнать о глубинной геологической структуре и даже предположить месторождения полезных ископаемых. Дело в том, что процессы, происходящие в земных недрах, так или иначе отражаются в строении поверхности, нужно только уметь это увидеть. Опытный врач по внешнему виду человека, по складкам и морщинкам его лица может судить о внутреннем состоянии всего организма, а топографическая карта как раз очень подробно показывает все складки и морщинки на лике Земли.■

Тематическими называют карты природных и общественных (социальных и экономических) явлений, посвященные какой-либо определенной теме. Картографировать можно все, что существует в окружающем мире: воздушные течения в атмосфере и донную фауну в океане, перевозки грузов и прирост населения, заболеваемость гриппом и участие в выборах и многое другое. И не только реальные, но абстрактные объекты, например, продуктивность растительного покрова или устойчивость экономического развития территории. Тематические карты охватывают литосферу, атмосферу, гидросферу, биосферу, техносферу и социальную сферу, а также области их контакта и взаимодействия. Часто говорят: «Картографируется все — от геологии до идеологии». К тому же, например, среди геологических карт можно выделить десятки карт различных эпох, периодов, ярусов; среди климатических — карты отдельных элементов погоды; среди карт населения — карты национального состава, религиозных конфессий, миграций, трудовых ресурсов и многое другое.■

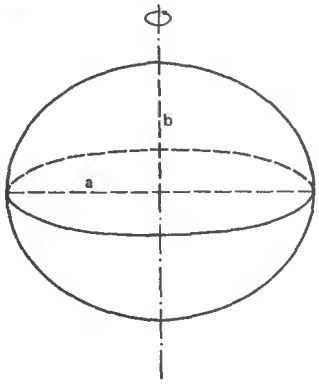
Одна из отчетливых тенденций современного развития наук о Земле — возникновение межнаучных, междисциплинарных исследований на стыке разных отраслей знаний. И тематическое картографирование, откликаясь на это, создает карты комплексной тематики, принадлежащие одновременно к природной и общественной сферам. Наиболее яркий пример — спектр карт экологических, состояния окружающей среды, условий жизни населения и т. п. Количество таких карт неуклонно возрастает, а содержание становится все разнообразнее.■

Специальные карты предназначены для решения задач инженерно-технического характера. Самую значительную их часть составляют навигационные, аэронавигационные и лоцманские карты.
На некоторых морских навигационных английских и американских картах еще можно встретить английскую систему мер: 1 английская миля равна 1,609 км, она содержит в себе 5280 футов, или 63 360 дюймов. В Великобритании до сих пор параллельно издаются карты в традиционных английских мерах и в новых метрических. Например, «некруглый» масштаб 1: 63 360 покажется совсем неподходящим человеку, привыкшему к метрической системе, но британцы считают его удобным. Они называют такую карту однодюймовой: 1 дюйм на ней соответствует 1 миле на местности.■



Фрагмент навигационной морской карты пролива Ла-Манш.
Навигационная карта — основной документ, обеспечивающий судовождение и безопасность плавания в открытом море. На такие карты наносят глубины, отмечают состав донного грунта, береговую черту и приливно-отливную зону, подводные коммуникации, заметные объекты на берегу, которые могут служить ориентирами, наносят отмели, рифы, подводные скалы — одним словом, все, что необходимо мореплавателю.

МАСШТАБЫ, ПРОЕКЦИИ, КООРДИНАТЫ



Эллипсоид вращения — геометрическая фигура, которая используется для приближения неправильной фигуры нашей планеты. Любое вертикальное сечение эллипсоида дает эллипс, а сечение по экватору или по параллели — окружность. Форму эллипсоида определяют его экваториальная (a) и полярная (b) полуоси и величина сжатия (α). Для эллипсоида Ф. Н. Красовского, принятого в России, эти значения составляют: большая полуось (a) – 6 378 245 м; малая полуось (b) – 6 356 863 м; сжатие – 1 : 298,3.

Земля не идеальный шар. Как всякое вращающееся тело, она немного сплюснута у полюсов, а кроме того, имеет пологие впадины и выпуклости, связанные с неравномерным распределением масс в теле планеты. Неправильную фигуру Земли называют геоидом (от греч. geo – Земля и eidos – вид). Его очень сложно описать математическими формулами.

Хорошее геометрическое приближение к форме Земли дает эллипсоид — тело, моделирующее сжатие планеты у полюсов. Для математически строгого построения карт совершенно необходимо точно знать размеры, или, как говорят картографы, параметры эллипсоида, вернее, **референц-эллипсоида**, т. е. эллипсоида относимости.

Геодезисты давно решают эту непростую задачу: сначала нужно измерить дугу меридиана на поверхности Земли, затем путем сложных расчетов вычислить размеры планеты и, наконец, определить сжатие и длины осей эллипсоида. Это дорогостоящие и технически сложные работы. Требуются точные геодезические приборы и скрупулезный учет всех возможных погрешностей измерений.■

В настоящее время для определения параметров земного эллипсоида используют спутниковые наблюдения. Они, конечно, намного точнее геодезических измерений на местности. Большая полуось Всемирного эллипсоида (Международная геодезическая система WGS-84) имеет длину 6 378 137 м и сжатие 1: 298,3. Обратим внимание, как близко совпадают эти значения с параметрами эллипсоида Ф. Н. Красовского.

В мире существуют около полутора десятков эллипсоидов, что создает определенные сложности. Координаты пунктов, полученные по топографическим картам разных стран, могут различаться на десятки метров. Было бы, конечно, хорошо принять единую международную систему, но тогда всем странам придется переде-





Три фрагмента топографических карт изображают одну и ту же местность, но первая из них имеет масштаб 1:10 000 (в 1 см 100 м), вторая — 1: 25 000 (в 1 см 250 м, она в два с половиной раза мельче первой карты), а третья — 1:50 000 (в 1 см — 500 м, она мельче первой карты в пять раз, а по площади занимает лишь 1/25 ее часть).

Французский астроном **Жан Батист Деламбр** (1749 – 1822) одним из первых измерил длину дуги меридиана от Дюнкерка до Барселоны и в 1810 г. рассчитал параметры земного эллипсоида: длина большой полуоси составила 6 376 428 м, а сжатие — 1 : 311,5. Между прочим, именно эти измерения послужили основой для установления единицы длины — метра (одна десятимиллионная часть четверти дуги меридиана). Впоследствии оказалось, что параметры не очень точны. Почти через полвека (в 1858 г.) английский геодезист **Александр Кларк** (1828 – 1914) заново определил размеры земного эллипсоида и потом еще несколько раз уточнял свои вычисления. Эллипсоид Кларка 1866 г. принят в настоящее время в США, Канаде и Мексике. Большая его полуось равна 6 378 206 м, а сжатие — 1 : 295.■

Территорию России — 17,1 млн. км² — покрывают сотни тысяч листов топографических карт разных масштабов, что видно из следующей таблицы:

Масштабы карт	Количество листов
1:1 000 000	148
1:500 000	488
1:200 000	3 543
1:100 000	13 129
1:50 000	50 792
1:25 000	201 442
1:10 000	Свыше 800 000

На старинных картах изображение масштабной шкалы – важный элемент художественного оформления. Красивая виньетка, изящные шрифты украшали карты.



лывать свои карты, подгоняя их под международный стандарт, а это довольно дорого. Приходится мириться с этим, так же как с существованием в разных странах своих национальных валют, разных мер длины и веса. Правда, на мелкомасштабных географических картах, которыми обычно пользуются, различия эллипсоидов практически не сказываются. Для таких карт даже вполне допустимо вместо эллипсоида взять шар, погрешности не будут заметны. Радиус земного шара, заменяющего эллипсоид Ф. Н. Красовского, равен 6 371,1 км.■

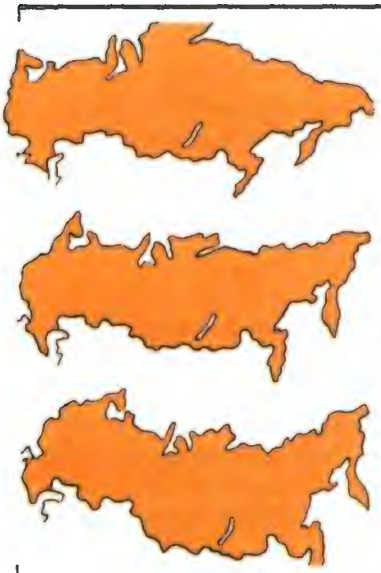
Масштаб карты — степень уменьшения объектов на карте относительно их размеров на земной поверхности (точнее, на поверхности эллипсоида). Строго говоря, масштаб постоянен только на планах небольших участков местности, но на картах из-за особенностей проекций он меняется от точки к точке. Поэтому различают **главный и частный масштабы**. Главный масштаб показывает, во сколько раз карта уменьшена относительно эллипсоида (или шара); масштаб подписывается на карте, но справедлив он лишь для отдельных линий и точек, где искажения отсутствуют. Частный масштаб отражает соотношения размеров объектов на карте и земной поверхности в любой данной точке. Он может быть больше или меньше главного. В общем случае чем мельче масштаб карты и чем обширнее территория, тем больше различия между главным и частным масштабами.■



Русские карты в XIX в. составлялись в неметрических масштабах, на них использовались старые русские меры длины — верста (1,0668 км), сажень (2,143 м), дюйм (2,54 см). Многие старые карты сохранились до наших дней, они — ценный научный документ, точно отражающий состояние окружающей среды более ста лет назад. При сопоставлении старых карт с современными приходится иметь дело с неметрическими масштабами.■

НЕМЕТРИЧЕСКИЕ МАСШТАБЫ СТАРЫХ РОССИЙСКИХ КАРТ

Масштаб	Название карты	Соответствует на местности
1:21 000	Полуверстка	1/2 версты
1:42 000	Одноверстка	1 верста
1:84 000	Двухверстка	2 версты
1:126 000	Трехверстка	3 версты
1:210 000	Пятиверстка	5 верст
1:420 000	Десятиверстка	10 верст
1:1 050 000	Двадцатипятиверстка	25 верст
1:1 680 000	Сорокаверстка	40 верст
1:4 200 000	Стоверстка	100 верст



В картографической проекции искажаются не только размеры, но и формы объектов. На этом рисунке дан контур России в трех разных проекциях, и видно, что в одном случае очертания Чукотки как бы опущены книзу, в другом — задраны кверху, а в третьем они оказались на уровне полуострова Таймыр. На самом же деле именно на Таймыре находится северная оконечность России — мыс Челюскин.

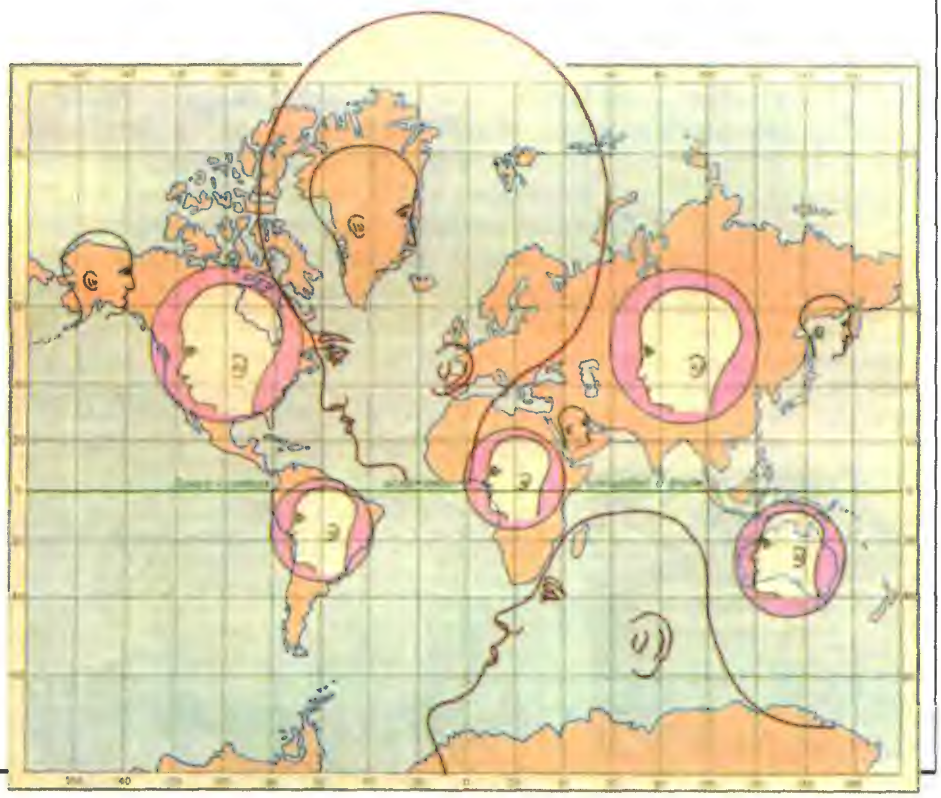
Переход от земной поверхности к плоскости карты идет как бы в два этапа: сначала неровную поверхность Земли проектируют на шар (или на эллипсоид), а затем разворачивают в плоскость. Общее уравнение картографических проекций связывает географические координаты точки на шаре (широту B и долготу L) с координатами X и Y на карте:

$$X = f_1(B, L); \; Y = f_2(B, L).$$

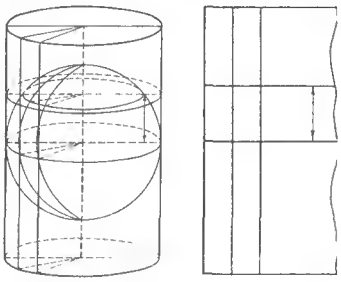
Отсюда следует, что **картографическая проекция** — это математически точное отображение поверхности эллипсоида или шара (глобуса) на плоскость карты. Общее уравнение элементарно, а вот конкретные реализации функций f_1 и f_2 часто выражены довольно сложными уравнениями, и число их бесконечно. Следовательно, разнообразие картографических проекций практически неограниченно.

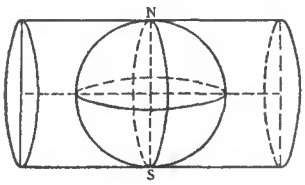
Во всех картографических проекциях присутствуют искажения. Иногда они очень заметны. Например, очертания материков становятся непривычно вытянутыми или сплющенными. Другие части изображения могут будто раздуваться. Есть карты, на которых Гренландия выглядит больше, чем Южная Америка, хотя в действительности она меньше ее в восемь с лишним раз, а Антарктида иногда вообще занимает весь юг карты.■

На картах встречаются четыре вида искажений – искажения длины, площади, углов (направлений) и форм. Соответственно выделяются равновеликие, равноугольные и произвольные проекции. При переходе от эллипсоида или шара к карте в качестве вспомогательных поверхностей берут плоскости, цилиндры, конусы и некоторые другие геометрические фигуры. Соответственно получают разные классы проекций.■

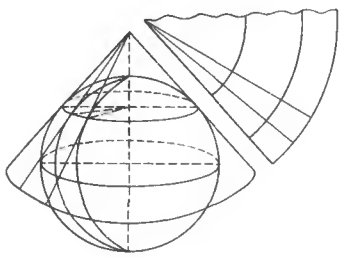


Все картографические проекции имеют искажения, но люди привыкают к картам и не всегда замечают, как деформированы очертания материков и океанов. Современный картограф А. В. Гедымин составил шуточную карту, на которой показал, как были бы искажены человеческие лица, если их представить в одной из самых популярных — цилиндрической проекции. В северных широтах были бы безобразно раздуты черепа, а в южных — подбородки и шеи.

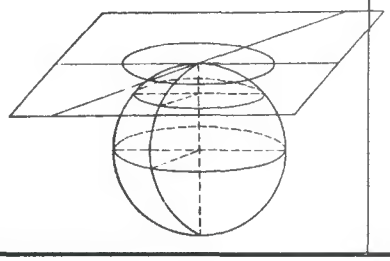




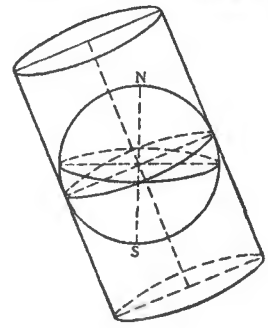
Цилиндрические проекции. *В нормальной (прямой) проекции изображение с шара переносится на поверхность цилиндра, ось которого совпадает с осью вращения Земли. В поперечной — цилиндр располагается так, что его ось лежит в плоскости экватора, а в косой цилиндрической — ось цилиндра наклонена под углом к экватору.*



Прямая коническая проекция. *Конус касается шара в средних широтах. Значит, районы, прилегающие к широте касания, имеют на карте наименьшие искажения. Именно такого типа проекции чаще всего используют для карты России.*



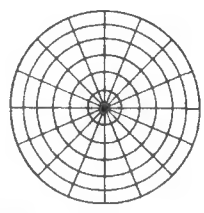
Цилиндрические проекции получают тогда, когда шар (эллипсоид) проектируют на цилиндр, после чего его боковую поверхность разворачивают в плоскость. Если ось цилиндра совпадает с осью вращения Земли, то образуется **нормальная (прямая) цилиндрическая проекция**. Меридианы в ней — параллельные прямые, а параллели — тоже прямые, перпендикулярные к ним. В таких проекциях меньше всего искажений в тропических и приэкваториальных областях. Если же ось цилиндра расположена в плоскости экватора, то это **поперечная цилиндрическая проекция**. Цилиндр касается шара по меридиану, и, следовательно, в такой проекции наиболее выгодно изображать территории, вытянутые с севера на юг. В тех случаях, когда ось цилиндра расположена под углом к плоскости экватора, проекция называется **косой цилиндрической**. Она удобна для вытянутых территорий, ориентированных на северо-запад или северо-восток.■

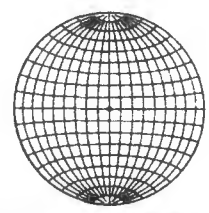


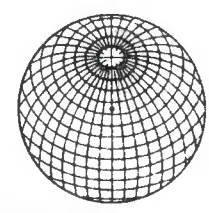
Конические проекции. Поверхность шара (эллипсоида) проектируется на конус, а затем он разворачивается в плоскость. Как и в предыдущем случае, коническая проекция бывает **нормальной (прямой)**, если ось конуса совпадает с осью вращения Земли. Тогда на карте прямые линии меридианов расходятся из точки полюса, а параллели выглядят как дуги концентрических окружностей. Воображаемый конус касается земного шара в средних широтах, поэтому проекция удобна для картографирования таких стран, как Россия, Канада, США, расположенных в средних широтах. В **поперечных** и **косых конических проекциях** ось конуса находится в плоскости экватора или под углом к нему.■

Азимутальные проекции. Поверхность земного шара (эллипсоида) переносится на плоскость. Если плоскость перпендикулярна к оси вращения Земли, то получается **полярная (нормальная) азимутальная проекция**. Параллели в ней — концентрические окружности, а меридианы — радиусы этих окружностей. В такой проекции почти всегда составляют карты Арктики и Антарктики. Если же плоскость проекции перпендикулярна к плоскости экватора, то получается **экваториальная (поперечная) азимутальная проекция**. Она удобна для карт полушарий. А если проектирование выполнено на вспомогательную плоскость, находящуюся под углом к плоскости экватора, то получается **косая азимутальная проекция**.■

В азимутальной проекции *изображение с шара переносят на плоскость. В поперечной (экваториальной) азимутальной проекции всегда изображают полушария, а в косой азимутальной можно передать любой ракурс планеты, ее глобулярность.*



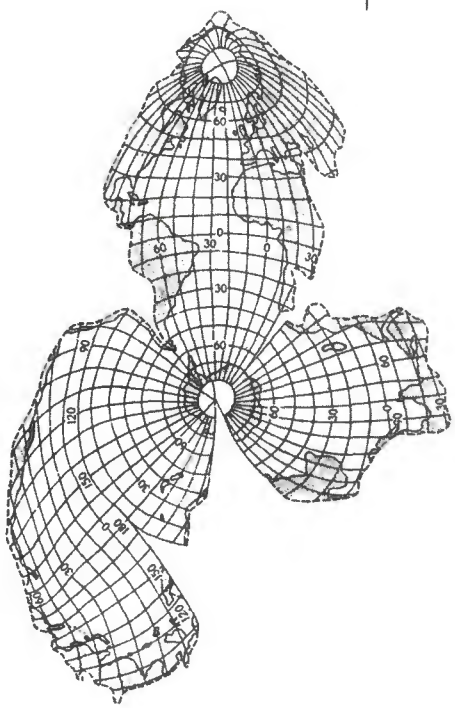




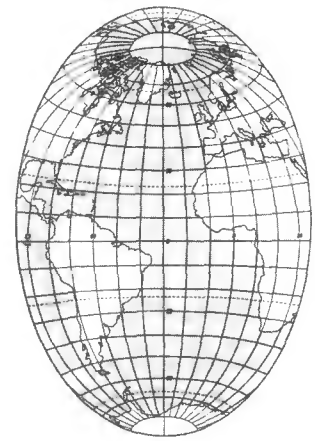
Бывают случаи, когда проекцию приходится изобретать заново. Так, когда возрос интерес к познанию океанов, пришлось создать особую проекцию с разрывами на материках. Карта состоит как бы из трех лепестков: Тихий океан, Атлантический вместе с Северным Ледовитым и Индийский. Разрывы на материках сделаны для того, чтобы оставить без искажений площади океанов и проводить по ним измерения.

Условные проекции — все остальные проекции, для которых нельзя подобрать простые геометрические аналоги. Их строят, задавая какие-либо условия, например, желательный вид географической сетки, то или иное распределение искажений и др. К условным принадлежат псевдоцилиндрические, псевдоконические, псевдоазимутальные и многие другие проекции.■

Многогранные проекции. Эти особые проекции создаются для многолистных карт. Глобус проектируют на многогранник, и каждая грань представляет собой лист карты. Искажения в пределах каждой грани совсем невелики, но за удобство приходится расплачиваться: блок листов карт нельзя соединить по общим рамкам без разрывов.



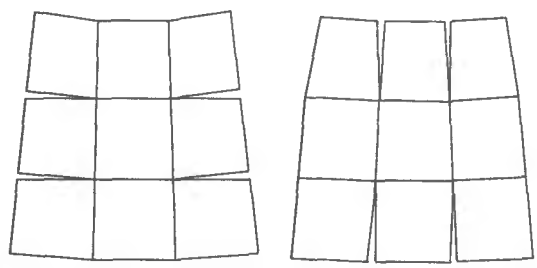
Конечно, для построения картографических проекций никто не помещает глобус в цилиндр и не надевает на него конус. Это всего лишь геометрические аналоги, позволяющие представить вид проекции. Такие проекции получают аналитически. Компьютер может быстро рассчитать любую проекцию с заданными параметрами, а чертежные автоматы легко вычерчивают сетку меридианов и параллелей. Существуют специальные компьютерные атласы проекций, позволяющие подобрать для любой территории или акватории нужную сетку меридианов и параллелей. Например, океанологи часто хотят иметь единое изображение двух соседних океанов – Атлантического и Северного Ледовитого, которые образуют единую систему (их связывает течение Гольфстрим), поэтому удобнее рассматривать их на одной карте. Для этого возможно подбирать особые условные, так называемые **овальные проекции**. Таким образом, выбор проекции во многом определяется положением территории на земном шаре. Для России почти всегда берут конические проекции, для Арктики — полярные азимутальные и т. д. Конечно, приходится учитывать еще и содержание карты.■



***Овальная проекция** специально придумана для того, чтобы показывать Атлантический океан вместе с Северным Ледовитым как единую океаническую систему. В такой проекции удобно, например, показать течение Гольфстрим, которое начинается у берегов Флориды и проходит почти до Шпицбергена, определяя климат Северной Европы. Проекция хороша тем, что минимально искажает площади.*

Координаты нужны для того, чтобы определять точное положение точек или объектов, вычислять расстояния и направления, наносить на карты новые объекты. На картах используют две системы координат — географическую и прямоугольную.

Земной шар можно проектировать не только на цилиндры, конусы и плоскости, но и на многогранники, состоящие, например, из трапеций. Именно так устроена проекция карты мира в масштабе 1: 1 000 000.



Географические координаты — широта и долгота — это угловые величины, определяющие положение любой точки относительно экватора и начального меридиана. **Широтой** точки называется угол между плоскостью экватора и отвесной линией в данной точке. А **долгота** — это угол между плоскостью начального меридиана и плоскостью меридиана данной точки. Счет широт идет от экватора (0°) к северу и югу до полюсов (90°), причем соответственно указывают «северную» или «южную» широту («с. ш.» или «ю. ш.»). А за начальный, «нулевой» принят меридиан, проходящий через старейшую астрономическую обсерваторию Гринвич (Великобритания). От него считают долготы в обе стороны — к востоку и западу («в. д.» и «з. д.») от 0 до 180° с добавлением слов «к востоку от Гринвича» или «к западу от Гринвича». Широты и долготы определяют на основе геодезических наблюдений, а на карты наносят только картографическую сетку, состоящую из линий параллелей и меридианов. **Параллель** — это любая линия, все точки которой имеют одинаковую широту, а **меридиан** — линия, все точки которой лежат на одной географической долготе.■

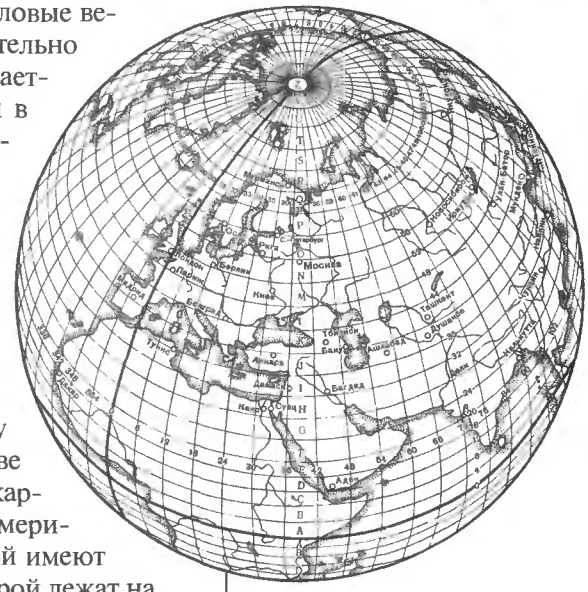


Схема деления земного шара на листы карт масштаба 1 : 1 000 000. Каждая клеточка — трапеция — это один лист карты, он имеет размеры 4° по широте и 6° по долготе.

На топографических картах кроме географической системы координат применяют еще **прямоугольные координаты**. Они удобны для математических расчетов по картам, для определения расстояний или площадей с помощью привычных значений X и Y, а не градусных величин. За ось X берут осевой меридиан геодезической зоны, а за ось Y — линию экватора. Точке пересечения осевого меридиана и экватора (началу координат) присвоены значения X = 0 км и Y = 500 км (это сделано для того, чтобы избавиться от отрицательных значений Y). На топографические карты линии, параллельные осям X и Y, нанесены через 1 км. Они подписаны у рамок карты и образуют квадратную километровую сетку. Прямоугольные координаты дают в метрах. Если, например, координаты X0 = 6 081 462,5, а Y0 = 4 308 655,0, то это означает, что точка удалена от экватора на 6081 км и 462,5 м, находится в 4-й зоне (первая цифра означает номер зоны) и имеет координату по Y, равную 308 км и 655 м.■



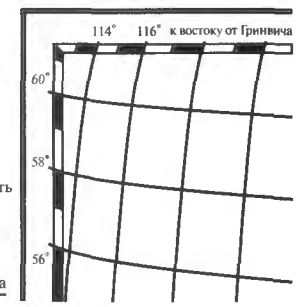
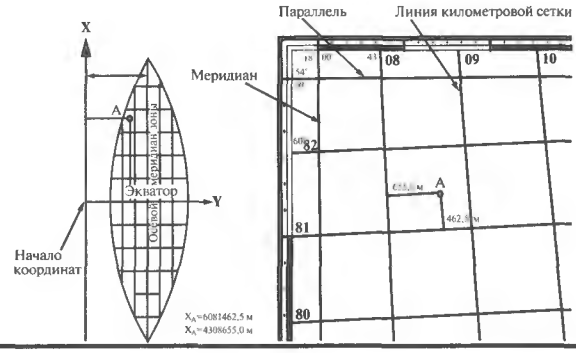


Схема системы географических координат. Географическая широта — это угол между отвесной линией в данной точке и плоскостью экватора, а долгота — угол, составленный меридианом данной точки и начальным (Гринвичским) меридианом. На карты наносится градусная сетка меридианов и параллелей, подписи их даются у рамок карты.

Прямоугольные координаты строятся для каждой шестиградусной зоны, т. е. в пределах сферического двуугольника. Оси координат образуют осевой меридиан и экватор, от них ведется отсчет в километрах и метрах. Такую систему используют в основном на топографических картах крупных и средних масштабов. А на саму карту наносят сетку квадратов, оцифрованную через километр, поэтому ее называют километровой сеткой.



Язык условных знаков

Фрагмент русского чертежа XVII в. Лес на чертежах изображен значками деревьев, скорее, похожими на рисунки. Для обозначения населенных пунктов применены уже полноценные условные знаки. Одни селения отмечены значком с двумя башенками, а другие — с тремя. Древний картограф не учитывал конкретные конфигурации поселений, но, очевидно, отчетливо различал их по размеру или по значению. И это было первой попыткой применить условные знаки.



Часть карты Русского государства, опубликованная Антонием Видом (1542 г.) по материалам окольничего Ивана Ляцкого. На карте еще нет условных знаков, на ней в картинной форме показаны Новгород и Псков.



Разнообразие обозначений на картах практически безгранично. Картограф свободен в выборе знаков и способов оформления, и это позволяет составлять яркие, оригинальные карты всевозможных стилей, открывающие простор творческой мысли и воображению читателя. Однако свобода выбора осложняет унификацию и стандартизацию знаков.

Известно, что в математике приняты строго установленные обозначения, а в химии каждому элементу периодической таблицы присвоен один и только один символ. В картографии не так. Город на карте можно показать кружком, звездочкой, квадратиком, стилизованным рисунком домика или как-то иначе, причем есть очень много вариантов кружков или звездочек разного цвета и размера. И если математические формулы и химические уравнения всегда понятны специалистам, то любая карта нуждается в легенде, разъясняющей смысл обозначений.

Унифицированы и закреплены только условные знаки топографических, аэронавигационных и морских карт. Из тематических карт лишь геологические и отчасти почвенные имеют стандартизированные легенды. Для других карт унификация отсутствует.

Не следует, однако, думать, что в выборе условных знаков царит полный произвол. Есть установившиеся нормы, обусловленные особенностями самого картографируемого явления, определенные правила сочетания знаков и традиции. Многое диктуют условия восприятия знаков, необходимость измерения по картам и др. И при этом все картографические знаки можно составить всего из шести графических переменных: формы, размера, ориентировки, цвета, насыщенности цвета и внутренней структуры знака. Из этих элементарных компонентов формируется все богатство знаков подобно тому, как все многообразие существующих мелодий состоит всего из шести нот.■

Картографические условные знаки — это графические символы, с помощью которых на карте обозначают вид объектов, их местоположение, форму и размеры, а также дают их качественные и количественные характеристики.

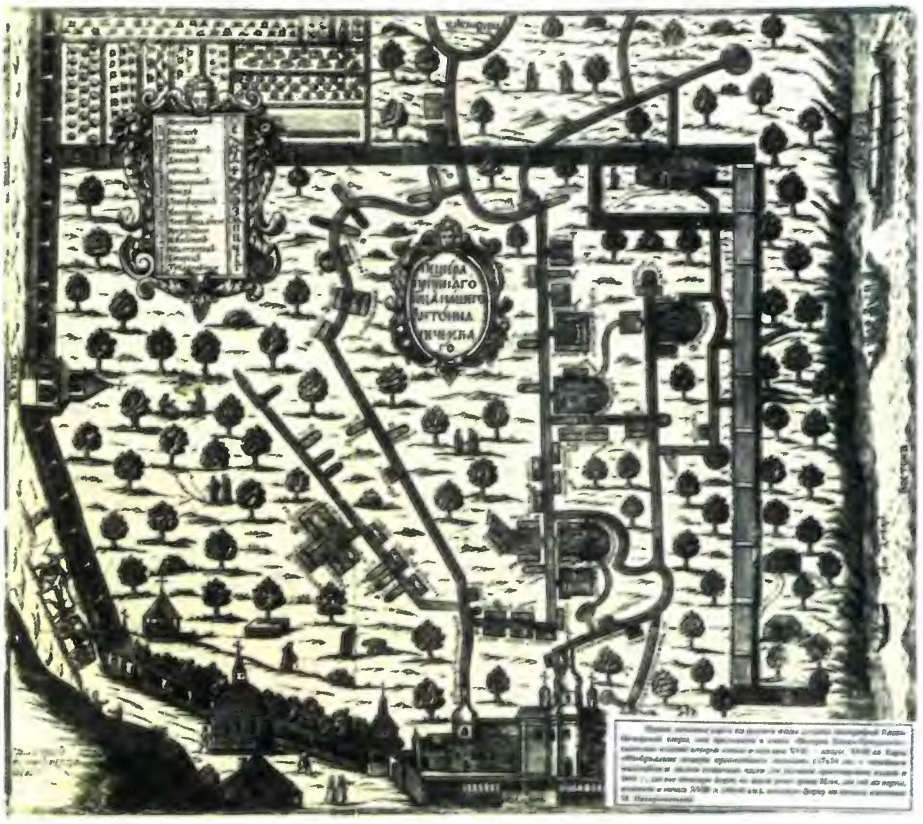
Исторически условные знаки развивались на основе картинных перспективных рисунков различных объектов местности: гор, рек, лесов, дорог, населенных пунктов. Древние картографы старались передать с помощью этих рисунков индивидуальные особенности каждого объекта,



*Схема графических переменных, предложенная французским картографом **Ж. Бертеном** в 60-х гг. XX в. Все картографические знаки обычно конструируют, используя такие параметры, как форма, размер, ориентировка знака, его цвет, тон и внутренняя структура. Все это справедливо для традиционных статичных карт, а на современных движущихся компьютерных изображениях к этому добавляются еще динамические переменные, например перемещение знаков, изменение их цвета и т. д.*

например, архитектуру храмов в городах, состав пород леса и т. п. Постепенно эти рисунки теряли свою индивидуальность, деревни стали показывать одними значками, города — иными, для основных дорог применяли одни линии, а для второстепенных — другие. Порой обозначения на картах полностью утрачивали внешнее сходство с изображаемым объектом, скажем, города обозначались кружочком. Знаки приобретали все большую условность и абстрактность.■

На стыке картографии и семиотики – лингвистической науки, исследующей свойства знаков и знаковых систем, сформировался особый раздел – картографическая семиотика (картосемиотика), в рамках которой разрабатываются общая теория систем картографических знаков как языка карты. В ней изучается довольно обширный круг проблем, касающихся происхождения, классификации, свойств и функций картографических знаков и способов картографического изображения. Наука семиотика включает три основных раздела: синтактику, семантику и прагматику, соответственно эти разделы существуют и в картографической семиотике: картографическая синтактика изучает правила построения и употребления знаковых системам, их структурные свойства, грамматику языка карты; картографическая семантика исследует соотношения условных знаков с самими отображаемыми объектами и явлениями; картографическая прагматика изучает информационную ценность знаков как средства передачи информации и особенности их восприятия читателями карты.■



«Изображение пещеры преподобного Антония» в Киево-Печерской лавре — одна из первых печатных карт на русском языке, вошедшая в приложение к книге «Патерик Киево-Печерский». Карта несколько раз издавалась и переиздавалась в середине XVII — начале XVIII в. Как показали исследования современных картографов, план отличается высокой геометрической точностью и большой подробностью, на нем сочетаются картинное изображение и условные обозначения отдельных церквей, других строений, захоронений и пещер.

Условные знаки подразделяют на три основные группы – точечные, линейные, площадные. **Точечные** знаки применяют для показа объектов, локализованных в пунктах (таких, например, как нефтяные вышки или города на мелкомасштабных картах). Эти знаки всегда внемасштабны, их размеры на карте не отражают истинных размеров объектов на местности. **Линейные** знаки используются для показа линейных объектов: рек, дорог, границ, тектонических разломов и т. п. Они масштабны по длине, но внемасштабны по ширине. **Площадные** знаки применяются для показа объектов, представляющих на карте свои размеры и очертания, например для лесных массивов, озер, почвенных ареалов и др. Такие знаки обычно состоят из контура и его заполнения, они всегда масштабны, по ним можно точно определить площадь объектов.



До недавнего времени все условные знаки были статичными, однако с развитием электронных технологий появились **динамические** условные знаки. Это движущиеся, изменяющиеся знаки, используемые в компьютерных картографических анимациях. Они также могут быть точечными, линейными или площадными (фоновыми).

Роль знаков не ограничена только передачей информации. Знаки служат средством фиксации, формализации и систематизации знаний. Не менее важны познавательные (гносеологические) функции картографических условных знаков. С ними можно выполнять действия, преобразовывать их из одной формы в другую, проводить измерения. Знаки служат средством формирования научных понятий, конкретизации, визуализации теоретических выводов, т. е. способом научного познания.■

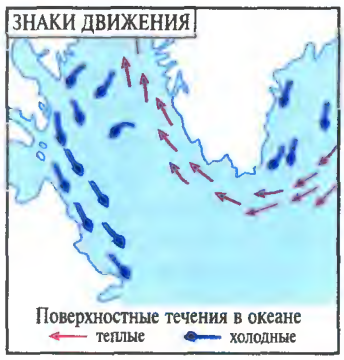
Способы картографического изображения. Объекты, явления, процессы, которые наносятся на карты, различны по своим свойствам. Иначе и не может быть, ведь картографируется все, что есть на Земле. Одни объекты расположены в пунктах, другие протягиваются узкими линиями, третьи занимают обширные площади. Есть объекты непрерывные, как, например, рельеф (он повсюду на земном шаре), а есть дискретные, скажем, распространение животных. Наконец, одни объекты неподвижны, а другие непрерывно перемещаются, например ветры, морские течения, железнодорожные грузопотоки. Системы условных обозначений, применяемые для объектов и явлений с разным характером пространственной локализации и размещения, называют **способами картографического изображения**. В картографии разработан целый арсенал способов, и каждый из них может показать объекты и явления с тем или иным характером размещения – неподвижные или динамичные, непрерывные или дискретные. Картографы владеют этими способами подобно тому, как математики оперируют знаками сложения, вычитания, умножения или интегрирования: для каждого действия – свой знак. Они умеют правильно сочетать знаки, т. е. грамотно «писать» знаковые «тексты».



Немецкий философ и математик **Готфрид Вильгельм Лейбниц** (1646 – 1716), создавший дифференциальное и интегральное исчисления и разработавший соответствующую символику, сказал: «Следует заботиться о том, чтобы обозначения были удобны для открытий». Эта мысль в особенности справедлива для картографических условных знаков.■

Способы картографического изображения.

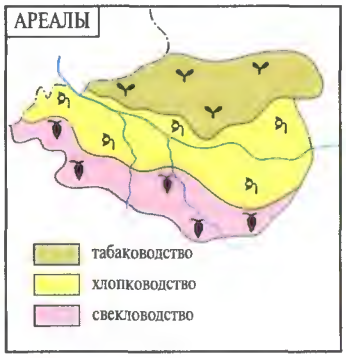












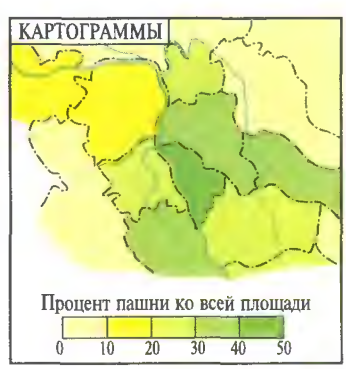


Значки применяют для объектов, локализованных в пунктах. Это населенные пункты, месторождения полезных ископаемых, промышленные предприятия, отдельные сооружения, ориентиры на местности и т. п. Встречаются значки трех видов: **абстрактные геометрические** (кружки, квадраты, звездочки, ромбы и др.); **буквенные** (буквы русского или латинского алфавитов, например Ф или Al, обозначающие месторождения фосфоритов или алюминия), **наглядные** значки (**пиктограммы**), напоминающие изображаемый объект, например: рисунок самолета обозначает аэродром, туристская палатка — кемпинг и. т. п.

Близки к значкам по своему виду **локализованные диаграммы**. Они показывают изменение явлений в пунктах наблюдения (измерения), например: график изменения температур и осадков, измеренных на метеостанциях; диаграммы загрязнения речных вод, приуроченные к гидропостам, и т. п. Ясно, конечно, что локализованные диаграммы характеризуют не только эти пункты, но и прилегающую территорию.■

Линейные знаки и знаки движения, как следует из самого их названия, изображают линейные объекты и перемещения в пространстве и времени. Так, например, береговые линии, разломы, дороги, атмосферные фронты, границы природных зон показываются на картах с помощью линейных знаков. **Знаки движения** (**векторы** и **полосы движения**) отражают перемещение атмосферных вихрей, перелет птиц, передачу электроэнергии, миграцию населения, распространение болезней.

Для непрерывных, сплошных, плавно изменяющихся явлений, образующих физические поля, применяют **изолинии**, т. е. линии, соединяющие точки с одинаковыми значениями какого-либо показателя. Это один из самых распространенных способов. С его помощью на картах передают, например, характер рельефа, поля магнитной напряженности, показатели давления, температур и т. д. (для чего используются соответственно изогипсы, изогоны, изобары, изотермы и т. д.). Семейство различных изолиний весьма обширно и насчитывает десятки названий. Изолинии — очень удобный, гибкий и информативный способ изображения, обладающий высокой метричностью. С помощью изолиний можно получать самые разнообразные количественные характеристики: абсолютные и относительные значения явления, уклоны и градиенты, степень расчленения и многое другое. Изолинии настолько удобны, что их часто приспосабливают к явлениям, не имеющим на самом деле сплошного распространения, например дают изолинии плотности населения или даже изолинии распаханности территории, хотя ясно, что население и пашни распространены не сплошь по всей территории и не образуют непрерывных полей. Такие условные изолинии называют **псевдоизолиниями**.



Еще один чрезвычайно популярный способ — это **качественный фон**, который всегда характеризует качественные различия отдельных районов, областей или других единиц территориального деления. Этот способ теснейшим образом связан с любым членением территории, например когда выделяют сельскохозяйственные районы, ландшафты, типы почвенного покрова, растительные ассоциации. Если на карте выделены какие-

то районы, значит, обязательно цветом или штриховкой наносится качественный фон.

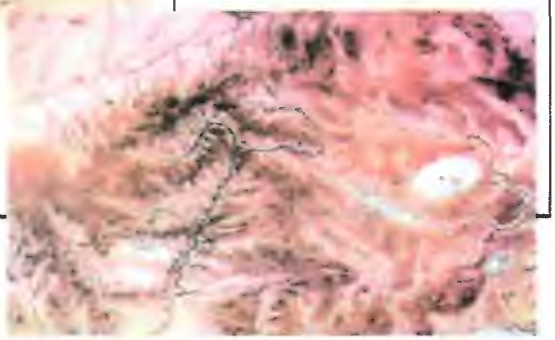
Есть объекты, которые имеют массовое, но все же не сплошное распространение, тогда применяют особый **точечный способ**. На карту наносят множество точек, и каждой придается некий «вес», скажем, одна точка — это 1000 человек сельских жителей, или одна точка — 200 га посевов, либо одна точка — 500 голов крупного рогатого скота и т. п. Точки могут иметь разный цвет, например: зеленые точки обозначают посевы пшеницы, желтые — посевы кукурузы; красные — поля подсолнечника и т. д. Точечные карты весьма наглядны, на них хорошо отражаются концентрация объектов и их структура (например, доля площадей под разными культурами).

На биогеографических картах (и не только на них) часто используют способ **ареалов**, когда выделяют области распространения каких-либо природных явлений (например, животных и растений или ареал нефтегазоносных месторождений). Иногда на карте дают границу ареала, иногда штрихуют эту область либо ограничиваются только надписью без проведения границы, если точное ее положение на местности неизвестно. Многие карты составляют по статистическим данным. Это данные о населении, промышленном производстве, доходах на душу населения и т. п. Такие данные всегда собирают по административным единицам: по районам, областям, странам. Для статистических карт используют два способа: **картодиаграммы** и **картограммы**. Картодиаграммы передают абсолютные статистические величины с помощью диаграммных знаков. Это такие, например, показатели, как валовой сбор сельскохозяйственной продукции, общее число учащихся, объем промышленного производства, потребление электроэнергии в целом по районам, областям, провинциям и т. п.■



На фрагменте общеэкономической карты Ленинградской области ясно видно, как сочетаются значки, линейные знаки, качественный фон. Знаковая нагрузка в районе Санкт-Петербурга очень велика, но карта достаточно хорошо читается.





*Две карты рельефа тосканского побережья Италии, составленные **Леонардо да Винчи** (1452 – 1519), итальянским живописцем, ученым. На верхней карте неровности рельефа показаны картинным способом в виде холмиков. Это наглядно, но измерить по такому изображению ничего нельзя. На второй карте Леонардо применил способ, очень похожий на современную гипсометрическую окраску по ступеням высот: с высотой коричневые тона рельефа становятся все более насыщенными.*

Картограмму используют для отражения относительных статистических показателей. Это всегда расчетные характеристики: скажем, число детских учреждений на тысячу жителей, энерговооруженность сельского хозяйства в расчете на 100 га обрабатываемых земель; процент лесопокрытой площади в районе и т. п. Районы на карте окрашивают по определенной шкале: интенсивность окраски отражает нарастание изображаемого показателя. Поскольку речь идет о статистических показателях, то на картодиаграммах и картограммах всегда присутствует сетка административного деления, так как именно по этим ячейкам и собирают статистические данные.■

Способы изображения на картах обычно сочетаются и накладываются друг на друга. Например, на климатической карте качественным фоном можно выделить климатические области, поверх них нанести изолинии средних годовых температур, локализованными диаграммами показать ход осадков по месяцам, а стрелками движения — преобладающие ветры. Важно, чтобы знаки гармонировали между собой, хорошо читались и дополняли друг друга. Это не так-то просто. Уметь выбрать и взаимно расположить знаки — особое искусство. И картография стремится к этому. Так, рядовой художник скучновато рисует осенний пейзаж, а И. И. Левитан теми же красками создает гениальную «Золотую осень» или военный чиновник дает подробный отчет о сражении русских с французами, а М. Ю. Лермонтов пишет «Бородино».■

Изображение рельефа. Рельеф земной поверхности представляет собой сплошное, непрерывное и в целом плавно изменяющееся поле высот. Для его показа обычно применяют изолинии. При этом испокон века существуют два требования: с одной стороны, изображение должно быть пластичным, т. е. наглядным и объемным, а с другой — метричным, иначе говоря, оно должно обеспечивать возможность измерения по карте абсолютных высот и превышений, углов наклона, расчленения и др.
На разных этапах картографирования рельефа первостепенными были задачи создания наглядного пластического или метрически точного изображения.■



Японская карта вулкана Фудзияма — образец высокого искусства художественного оформления рельефа. Низменности даны темными серо-зелеными тонами, по мере поднятия в гору цвета становятся теплее и ярче. На самой вершине добавлены розовые оттенки, отчего рельеф кажется освещенным утренним рассветом. Формы вулканического рельефа вдоль склонов горы подчеркнуты тенями и штриховкой.

На современных топографических и гипсометрических картах основной способ изображения — горизонтали, т. е. изолинии равных высот. Одно из их главных достоинств — высокая метричность. В любом месте карты по горизонталям можно определить абсолютную и относительную высоту, форму, крутизну склонов и др. Элементы и формы рельефа, не изображающиеся горизонталями (обрывы, скалистые гребни, глубокие ущелья, обрывистые овраги, промоины), обозначаются значками.■



Карта подводного рельефа северной части Тихого океана составлена способом точного картинного «физиографического» рисунка. Выпукло прорисованы подводные вулканические хребты, отдельные горы, глубокие каньоны, отчетливо видны многочисленные разломы дна.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАЗВАНИЯ НА КАРТАХ

Кроме условных знаков на картах имеется много надписей. Это важный элемент содержания. Надписи обогащают карту, но в то же время могут и ухудшить ее читаемость. Существуют три группы надписей на картах — топонимы, термины, пояснительные надписи.

Топонимы — собственные наименования географических объектов. К ним относятся названия элементов рельефа (оронимы), водных объектов (гидронимы), животных (зоонимы) и т. п.

Термины — понятия, относящиеся к изображенным объектам, например: река, впадина, залив, провинция, область и др.

Пояснительные надписи — самая разнообразная группа надписей, которая включает качественные характеристики («Ель», «Сосна», «Горькое», «Соленое», «Каменный»); количественные показатели (ширина шоссе, высота горной вершины, глубина океанической впадины, скорость течения реки и др.); хронологические надписи (даты событий, географических открытий, наступления каких-то явлений, например начало ледостава); пояснения к знакам движения («Путь Магеллана», «Дрейф ледокола «Седов»); пояснения к линиям картографической сетки («Северный Полярный круг», «К востоку от Гринвича» и т. п.).



Фрагмент карты района проливов Дарданеллы и Босфор и Мраморного моря. Здесь очень большая плотность надписей населенных пунктов. В этом случае допускается даже подписывать их не параллельно южной рамке, как обычно, а наискосок. Это так называемые лекальные надписи.

«Еще в детстве у меня появилось пристрастие к географическим картам. Я мог сидеть над ними по нескольку часов как над увлекательной книгой. Я повторял, как стихи, звучные названия – Югорской шар и Гвадаррама и Инвернес, Онега и Кордильеры. Постепенно все эти места оживали в моем воображении....» *К. Паустовский* «Золотая роза».■

Хорошей иллюстрацией топонимических мотивировок служит история путешественников – героев романа Жюля Верна «Таинственный остров», оказавшихся на необитаемом острове:

«Едва высадившись на острове, горстка смельчаков сразу составила точную его карту, подробно исследовала очертания острова, форму и размеры бухт и полуостровов, рельеф, гидросеть, растительный покров. Затем путешественники обратились к топонимике.

Инженер предложил дать название и острову, и каждому мысу, и косе, и речкам.

— Отлично, — сказал журналист. — В будущем это упростит дело, когда нам придется говорить о какой-нибудь местности на нашем острове.

— Правильно! — согласился моряк. — Очень удобно, когда можно указать, куда или откуда идешь. И как-то, знаете, приличнее получится, будто мы в путном месте находимся.

Затем один из путешественников предложил дать заливам и мысам свои имена, чтобы тем самым увековечить друг друга, второй рекомендовал присвоить главным объектам «такие названия, чтобы они постоянно напоминали нам о родине», третий считал, что необходимы образные наименования, «чтобы они говорили о контурах объектов, о каких-нибудь их особенностях», поскольку так они лучше запомнятся «и будут иметь практическую пользу».

В итоге на карте появились полуостров Извилистый, мыс Змеиный (там люди наткнулись на змей), залив Акулы, ограниченный мысами Северная челюсть и Южная челюсть (форма залива была похожа на акулью пасть). А сам остров назвали в честь великого гражданина Соединенных Штатов — Линкольна».

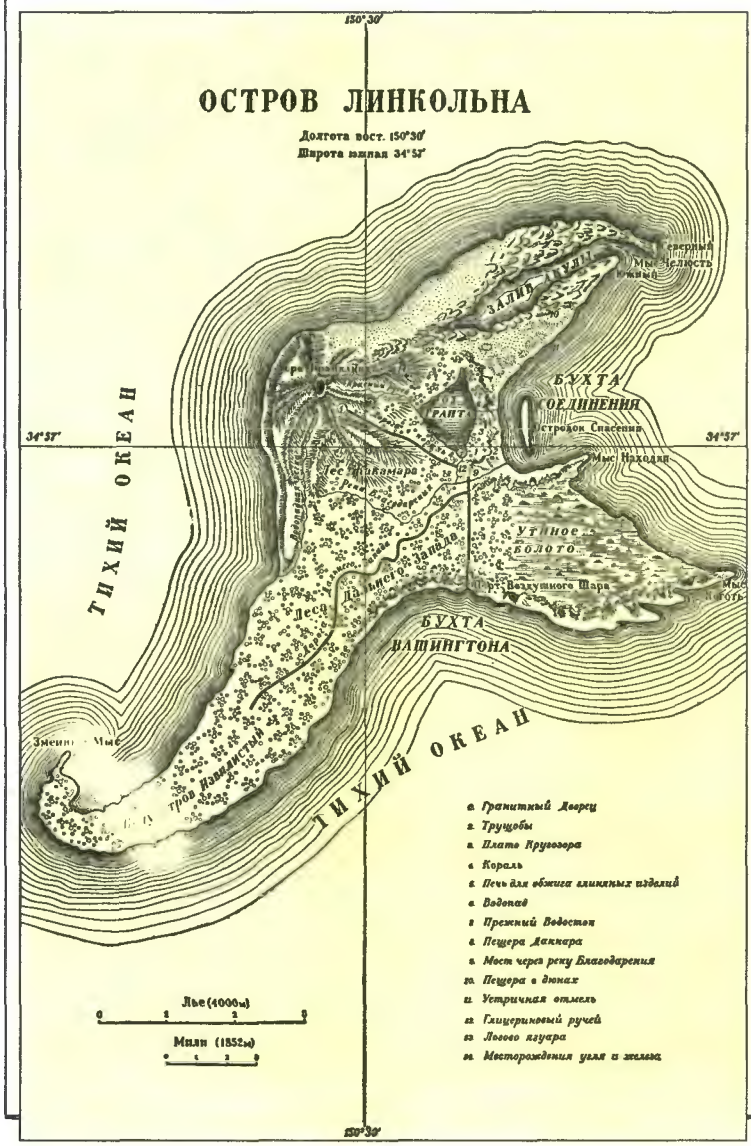
Отрывок из знаменитого романа Жюля Верна может служить неплохим пособием по топонимике. Именно так зачастую присваивают названия реальным географическим объектам: в соответствии с их формой, в честь великих людей или в память о родине. Так, в Соединенных Штатах есть несколько городков с названием Москва и Лондон, а в Челябинской области — поселок Париж (туда, говорят, ссылали пленных французов после Отечественной войны 1812 г.).■

Для того чтобы карта точно передавала информацию и легко читалась, каждая надпись должна быть четко привязана к обозначаемому объекту. Надписи размещают компактно, но так, чтобы они не пересекались, не «наползали» на другие элементы, были хорошо видны на цветовом фоне, не располагались «вниз головой». При этом рисунок, цвет, размер шрифта должны подчеркивать значимость и величину объекта. Правильно выбрать шрифт и подписать объект на карте — это целое искусство.

Старинные карты гравировались на медных досках, в ходу тогда были изящные шрифты, с округлыми формами, острыми сопряжениями, тонкими линиями и подсечками, со множеством декоративных деталей. Надписи украшали карту. Шрифты совершенствовались выдающимися художниками Возрождения — Леонардо да Винчи и Дюрером. С введением в печать фотопроцессов такие шрифты стали непригодны: тонкие линии не пропечатывались, «рвались», толстые линии раздавливались, острые сопряжения забивались краской. Для карт потребовались более простые, рубленые картографические шрифты, не столь изысканные, но четкие.

Шрифты различают по кеглю (высоте букв), наклону и толщине букв. Кегль измеряется в пунктах (1 пункт = 0,376 мм). Некоторые шрифты носят специальные полиграфические названия, например: «текст» — 20 пунктов; «корпус» — 10 пунктов; «нонпарель» — 6 пунктов и т. п. Интересно, что благодаря различиям размера, рисунка, цвета сами надписи выполняют роль условных обозначений. Например, крупные судоходные реки подписывают синим прямым шрифтом, несудоходные — наклонным (курсивом), а названия населенных пунктов разного административного значения дают шрифтом разного рисунка и кегля.■

Современный дизайн ориентирован на удобство чтения, компактность, красоту пропорций, гармоничность сочетания с другими элементами содержания карты. Компьютерные технологии обеспечивают практически неограниченный выбор шрифтов самых разных видов, размеров, рисунков, наклонов. Разработаны даже специальные алгоритмы и программы для оптимального подбора шрифтов и размещения надписей по полю карты, а применение лазерных принтеров вновь возвратило на карты тонкие, изящные надписи.■



Карта Таинственного острова, составленная героями романа Жюля Верна.

История планетной топонимики во многом объясняет земную топонимику. Одним из первых ученых, взявшихся за присвоение названий инопланетным объектам, был итальянский астроном **Джованни Скиапарелли** (1835 – 1910). Много лет он наблюдал в телескоп Марс, составил первые его карты, показал на них узкие темные полосы марсианских «каналов».■



Часть мозаичной карты, выложенной на полу церкви VI в. в городе Мадаба (Иордания). Карта, ориентированная на восток, содержит множество греческих названий населенных пунктов, расположенных в низовьях реки Иордан.

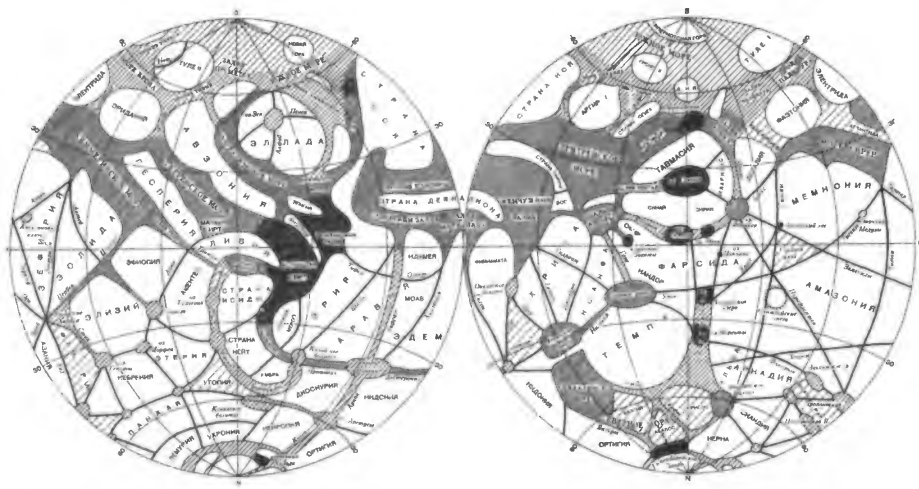
Скиапарелли нанес на карты десятки названий, заимствованных из античной географии, мифологии и библейской истории. Так, на марсианской карте появились области Эллада, Адриатическое и Тирренское моря, Авзония (древнее название Италии), залив Тритона, море Сирен, канал Цербер, озера Гекаты, Фаэтония, местности Дедалия и Икария (по именам Дедала, смастерившего крылья, и его сына Икара, полетевшего к Солнцу) и область Эдем (библейский рай).■

Карта названий областей Марса.

Картографическая топонимика — раздел картографии, изучающий географические наименования объектов (топонимы) для нанесения их на карты. Специалисты по картографической топонимике собирают географические наименования на местности, анализируют и систематизируют их, разрабатывают нормы и правила передачи их на картах.■

Первично названия объектов устанавливают во время полевых съемок. Их берут из официальных документов, выявляют прежние названия по старым картам и литературным документам, опрашивают местных жителей. Это непростая задача, здесь требуется тщательная проверка названий, чтобы устранить возможные орфографические ошибки в официальных документах. При этом нужно проанализировать разные названия одного и того же объекта, употребляемые местными жителями, особенно в малообжитых районах, чтобы исключить случайные новые названия. Другая сложная проблема топонимики — выбор географических наименований. Это приходится делать в тех случаях, когда есть несколько наименований одного и того же объекта на разных языках, тем более если они приняты в качестве официальных, государственных. Например, в Бельгии многие наименования существуют во французской и фламандской формах (Антверпен и Анверс, Брюгге и Брюж), а в Швейцарии параллельно используются наименования даже на трех языках – немецком, французском и итальянском. В России можно встретить параллельное употребление таких наименований, как Татария и Татарстан, Башкирия и Башкортостан, Якутия и Республика Саха, река Белая и Акитиль и т. п. Бывает, что один и тот же географический объект расположен в разных государствах. Например, река Дунай в Германии и Австрии называется Донау, в Венгрии — Дуна, в Румынии — Дунэря, в Болгарии и Югославии — Дунав. Спорная территория, которая по-английски именуется Фолклендами, в Аргентине носит название Мальвинских островов. В таких случаях надпись на карте становится проблемой политической.

Немало сложностей и неопределенностей возникает при передаче иностранных топонимов. На русских картах принято традиционно писать



Любопытен опыт выбора наименований для объектов на Венере — единственной планете, носящей женское имя. Международный астрономический союз постановил давать объектам на ней исключительно женские имена: кратерам — фамилии знаменитых женщин (на карте Венеры есть кратеры Ахматовой, Войнич, Дашковой, Ермоловой, Маньяни); возвышенностям — имена богинь (Афродита, Иштар, Лада и др.); бороздам и каньонам — имена прочих сказочных и мифологических персонажей (Баба Яга, Дали — грузинский мифологический персонаж и т. п.).■

Изящные надписи, выполненные красивыми шрифтами, часто служили украшением листа карты. Они размещались в заглавиях, виньетках, картушах.■

Нормализация для топонимов, впервые присваиваемых географическим объектам, особенно актуальна. Правда, такие ситуации теперь не слишком часто возникают на нашей планете, так как всему уже присвоены имена. Новые объекты, впервые получающие названия, появляются лишь в Антарктиде и Мировом океане. А вот карты других планет постоянно пополняются сотнями новых названий.■

«Карта земель или вольностей Войска Запорожского Низового в 1770 годах» в масштабе 1:1 680 000 в виде складной карты.

названия американских городов Нью-Йорк и Новый Орлеан (не Нью-Орлеан), и канадские провинции тоже даются в разных написаниях: Нью-Брансуик, Ньюфаундленд и Новая Шотландия. Специальные национальные и международные топонимические комиссии предпринимают немало усилий для нормализации географических наименований, составляют инструкции по их переводу с одного языка на другой, в особенности с языков, имеющих неевропейские системы письменности (иероглифы, арабица), разрабатывают правила написания на картах новых названий. Такая деятельность была особенно актуальна в связи со множеством переименований, прошедших в странах Азии и Африки после освобождения их от колониальной зависимости. В последние годы волна переименований охватила бывшие республики Советского Союза.■

История появления географических наименований тесно связана с развитием общества, его хозяйства и культуры. По старым картам можно проследить, как возникали и изменялись многие топонимы по мере освоения территории. Имена географическим объектам присваивали и обоснованно, и совершенно произвольно. Известно, например, что некоторые названия в малообжитых районах произошли от неверно понятых высказываний местных жителей. Так, старики якуты на своем языке объясняли топографам: «Ручей, где я долго спал» или «Место, где потерялась собака», и звучание предложения наносилось в качестве названия на вновь составляемые листы топографических карт. Такие казусы впоследствии устранялись. Нередко и сами топографы совершенно случайно присваивали названия незнакомым объектам: так появлялись ручьи и сопки Геодезистов, Гидрологов, Радистов и т. п., такие наименования тоже потом заменяли на картах.■

Во всем мире особое внимание обращается на нормализацию наименований, для чего необходимо выбирать наиболее употребляемые топонимы и определять их написание на том языке, на котором они употребляются. Работа признается настолько важной, что ею занимается специальная группа экспертов при Организации Объединенных Наций. Она регулярно публикует рекомендации для разных языков и стран, устанавливает правила перевода топонимов с одной письменности на другую, например с латиницы на кириллицу и т. п.■





***Герард Меркатор** (1512 — 1594) — великий ученый Средневековья, которого называли королем картографов.*

Меркатор создал карту мира, большие глобусы Земли и небесной сферы, первые атласы, предложил картографическую проекцию, носящую теперь его имя, написал научные труды о пользовании картами и глобусами.
Труды Меркатора подвели итог крупнейшим достижениям эпохи Великих географических открытий и заложили фундамент современной картографии.■



АТЛАСЫ – КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ЭНЦИКЛОПЕДИИ

Выдающийся отечественный географ Н. Н. Баранский писал: «Атлас относится к отдельной карте примерно так, как опера к отдельной музыкальной пьесе». Это очень меткая аналогия. Действительно, каждый атлас – это множество отдельных картографических сюжетов, объединенных общим замыслом и подчиненных единой программе.

Тяжелые фолианты капитальных атласов мира содержат сотни карт, они оправлены в твердые переплеты с золотым тиснением и занимают почти весь рабочий стол. Тонкие учебные атласы легко умещаются в школьном портфеле, а изящные малые атласы можно носить в кармане (они так и называются — карманные). И все это — одна семья особых картографических произведений, отличающихся единством и законченностью. Создание атласа — трудное и ответственное дело, это вершина картографического искусства. Каждый атлас представляет собой картографическую энциклопедию — систематизированный свод знаний и сведений о территории. Точно так же как энциклопедии, атласы бывают универсальными, отраслевыми или региональными.■



Считается, что первый **атлас** появился в Римской империи во II в. н. э. Его автор древнегреческий математик и картограф Клавдий Птолемей включил в атлас карту Ойкумены (всего известного грекам и римлянам мира) и 26 карт отдельных частей Европы, Африки, Ближнего Востока и Южной Азии.

В эпоху Средневековья атлас Птолемея предали забвению, но в самом начале XV в. греческая рукопись и сами карты были переведены на латинский язык, раскрашены и изданы под названием «Космография». Ученые эпохи Возрождения были поражены: древние греки, оказывается, обладали широким географическим кругозором и довольно точно представляли окружающий мир, умели подробно и правильно изображать моря и страны, пользовались градусной сеткой и условными знаками. Атлас Птолемея стали многократно переиздавать, пополняя его новыми картами. Особенно этому способствовало изобретение книгопечатания. Первый печатный атлас был выпущен в 1477 г. в Болонье и за короткий период переиздан более 30 раз с дополнениями и уточнениями. Великий труд Птолемея приобрел столь высокий авторитет, что стал потом даже тормозить развитие картографии. И так продолжалось почти до эпохи Великих географических открытий, когда пределы известного мира раздвинулись, картография поднялась на новую ступень и стали появляться новые атласы.

В Средневековье получили распространение атласы портоланов — особых морских навигационных карт с компасными сетками. На них очень подробно со всеми бухтами и заливами изображалась береговая линия, это и было основное содержание карт. Портоланы использовались для плавания в Средиземном и Черном морях, у атлантического побережья Европы и Африки, иногда в Каспийском море. Атласы портоланов кроме набора таких карт часто содержали еще обзорную карту мира, навигационные таблицы, календари, справочные сведения по астрономии и астрологии.■

Во второй половине XVI в. центр картографии переместился в Нидерланды. Здесь возникли картографические мануфактуры, где гравировали и печатали новые карты, изображавшие мир таким, каким он предстал после открытий Колумба, Васко да Гама и других мореплавателей. Это был золотой век картографии. Карты и атласы той эпохи хранятся теперь в библиотеках и музеях как драгоценные памятники науки и замечательные образцы изобразительного искусства.

Гравер и картограф Абрахам Ортелий издал в Амстердаме в 1570 г. собрание карт «Theatrum orbis terrarum», которое можно перевести с латыни как «Зрелище шара земного». Название очень точно передавало суть: в атласе содержалось 53 развернутых листа карт, на первой карте был показан весь мир, затем следовали карты частей света – Америки, Азии, Африки и Европы, а далее карты отдельных стран. Атлас был, по существу, собранием карт, созданных другими картографами. Ортелий указал имена всех авторов, снабдил атлас географическими описаниями, красивым титульным листом, алфавитным списком всех стран и указателем географических названий.

И все же первый атлас в современном его понимании был создан королем картографов Герардом Меркатором, старшим современником Ортелия. Все карты Меркатора были искусно составлены по новейшим источникам, отчетам экспедиций, географическим описаниям и согласованы специально для этого атласа. Для ряда карт были рассчитаны проекции. Меркатор опубликовал в 1585 г. первую часть атласа, а через четыре года — вторую. Всего в атлас вошло около 80 карт европейских стран. Уже после смерти великого картографа труд был завершен его сыном Румольдом и издан в 1595 г. под названием «Атлас, или Космографические соображения о сотворении мира и вид сотворенного». Так впервые в картографии появилось название «Атлас». Оно происходит от имени легендарного мавританского царя Атласа — покровителя наук, философа и картографа, изготовившего первый небесный глобус. Название прочно закрепилось в науке и не только в картографии. Есть, например, атласы растений, животных, атласы облаков и анатомические атласы.■





Титульные листы в знаменитых атласах Абрахама Ортелия (1570) и Герарда Меркатора (1595).



***Абрахам Ортелий** (1527 — 1598) — фламандский картограф и издатель карт и атласов.*

Атлас Ортелия был выдающимся географо-картографическим произведением своей эпохи, содержал не только карты, но и подробные географические описания к ним.

Ортелий проявил большую эрудицию, отобрав для своего труда лучшие карты, привел их к одному формату, снабдил списком авторов и алфавитным указателем географических названий.

Впоследствии атлас Ортелия неоднократно издавался и переиздавался с дополнениями.■

В России карты называли чертежами, а атласы — чертежными книгами или розмерными книгами. Пространство Московии было велико, составлялись чертежи отдельных ее частей и, вероятно, каким-то образом сводились воедино. В описи архива Ивана Грозного упоминается множество чертежей Русского государства, но, увы, почти ничего не сохранилось: вражеские нашествия, разорительные смуты и беспощадные пожары погубили эти памятники древнерусской картографии. Хорошо известна лишь «Книга Большому чертежу» — обстоятельное географическое описание «Большого Чертежа всему Московскому государству», составленное примерно в 1600 г. Потом чертеж стал «ветх, впредь по нем урочищ смотреть не мочно, избился весь и розвалился». В «Книге...» описаны дорожные карты, население, реки и шляхи, приведены географические названия. Есть предположение, что отдельные части этого чертежа были переплетены в книгу и составили своеобразный атлас.

Больше повезло сибирским чертежам. Уцелела «Чертежная книга Сибири», составленная в 1701 г. С. У. Ремезовым (1642 – после 1720) — знаменитым картографом, жившим и умершим в Тобольске. Это атлас большого формата, содержащий два общих чертежа Сибири и 21 чертеж ее частей. Карты не имеют математической основы, но на них чрезвычайно подробно и довольно точно представлены речная сеть Сибири, населенные пункты, этнография. Это настоящий атлас в современном понимании с титульным листом, оглавлением, предисловием, таблицей условных сокращений. Сохранилась также рукописная «Служебная чертежная книга Сибири» на 116 листах, собранная сыновьями С. У. Ремизова уже после его смерти.

В эпоху Петра I атласное картографирование было на подъеме. В первой половине XVIII в. была создана целая серия атласов Азовского и Черного, Балтийского и Каспийского морей. В «Истории Петра» А. С. Пушкин отмечает особое внимание государя к картографическим и гидрографическим работам.

Заметным произведением российской картографии стал «Атлас Всероссийской империи», составление которого начал И. К. Кириллов (1689 – 1737) — видный государственный деятель, картограф и географ XVIII в. По его замыслу, три тома атласа должны были содержать более 300 листов общегеографических, исторических и, главное, экономических карт. При жизни автор успел напечатать и подготовить к изданию 37 карт.

Таковы истоки отечественной атласной картографии, отмеченной впоследствии замечательными произведениями (капитальными атласами мира, океанов, других планет), завоевавшими признание картографов всего мира.■



«Атлас» Меркатора — фундаментальный картографический труд, построенный на новых принципах. Карты в нем объединялись не только общим переплетом, но и единым замыслом, они взаимно согласовывались по содержанию и оформлению. Для составления карт Меркатор отбирал лучшие из имевшихся в то время картографических документов, анализировал географическую литературу и отчеты об экспедициях, проводил собственные исследования. Именно эти принципы картографирования получили дальнейшее развитие в капитальных современных атласах.■

Атлас – это систематическое собрание карт, выполненное по единой программе как целостное произведение. Это не просто набор карт под общим переплетом, а система взаимообусловленных и взаимодополняющих друг друга карт. Если отдельная карта рассматривается как пространственная модель какого-либо явления, то атлас предстает как модель целой географической системы.

Система карт атласа делится на разделы, и в каждом из них есть основная и дополнительная карты, показывающие отдельные подсистемы (например, рельеф, почвы, климат) и компоненты (скажем, в подсистему карт кли-

мата входят карты осадков, температур, преобладающих ветров). Кроме того, есть карты, характеризующие взаимодействие компонентов (к примеру, взаимодействие ветров и океанических течений или взаимосвязь рельефа с геологической структурой). Также в атлас непременно включают карты интегральных характеристик, которые отражают результаты взаимодействий отдельных компонентов. К примеру, экологические карты дают представление о совокупном влиянии природных и социальных факторов на условия жизни людей. Есть в атласах и карты динамики геосистем, на которых показано направление переноса вещества и энергии, например перемещение отложений, водных масс, перевозки промышленных товаров и многое другое. Одним словом, изучая карты атласа, можно хорошо представить себе основные свойства географических систем и как они функционируют и взаимодействуют. Карты атласа удобно сопоставлять, сравнивать и накладывать друг на друга. При необходимости можно получить количественные сведения, провести математические корреляции и создать производные изображения. Атласы специально предназначены для таких работ. Как и положено энциклопедическим изданиям, они имеют многоцелевое назначение.■



На гравюре XVII в. изображен Герард Меркатор с Иодоком Хондием, амстердамским гравером и издателем.

Для решения всех этих задач атлас должен отвечать определенным требованиям, обеспечивающим его внутреннее единство:

в атласе должно быть минимальное число разных картографических проекций, желательно даже иметь одну проекцию, так как это упростит сравнение карт;

целесообразно использовать один масштаб для всех карт, а если это невозможно, то масштабы должны быть кратными;

карты атласа следует составлять на единых базовых основах;

легенды разных карт, шкалы и градации необходимо взаимно согласовывать;

важно соблюдать на картах атласа единый уровень генерализации и одинаковую подробность в изображении явлений;

совершенно необходимо взаимно согласовывать карты раз-



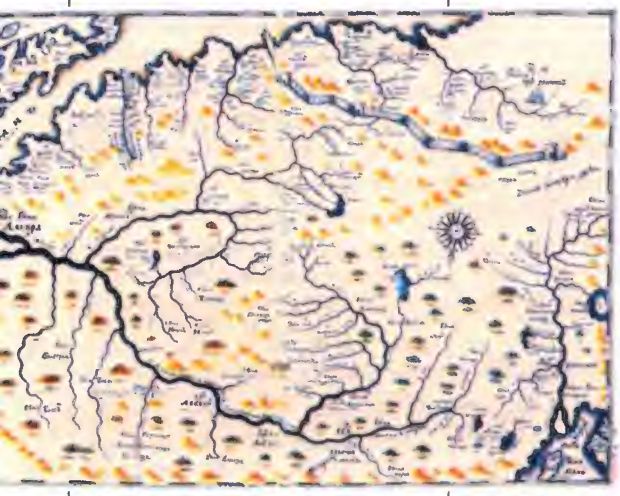
«Атлас» Меркатора. В предисловии к «Атласу» автор писал: «Намереваясь посвятить все мои силы и способности изучению космографии с целью отыскать путем исследования предметов, еще маловедомых, какие-либо истины, могущие послужить успехам философии, я решился подражать царю Атласу, столь же известному своей ученостью, сколь добротой и мудростью».

Меркатор продал амстердамскому издателю Иодоку Хондию все медные доски, на которых были гравированы карты, и права на издание своего «Атласа». Хондий сразу же дополнил фолиант более чем 30 картами, заимствованными у других авторов (некоторые из них остались неизвестными), и снабдил их географическими описаниями. Это был один из первых весьма удачных опытов содружества картографической науки и производства. «Атлас» имел большой успех и хорошо распространялся. В 1628 г. десятое издание «Атласа» содержало уже 156 новых карт.■



Наша страна, где были созданы крупнейшие атласы мира, материков, океанов и других планет, до сего времени не имеет своего национального атласа. Увы, многие данные, необходимые для картографирования, и особенно социально-экономические сведения, долгое время оставались закрытыми. В 1996 г. был разработан крупный проект создания Национального атласа России (НАР).

Национальный атлас России будет состоять из нескольких томов, причем каждый из них станет самостоятельным произведением.



Часть чертежа из атласа С. У. Ремизова. Тобольск. 1701 г. Чертеж ориентирован почти на восток. На нем показана большая часть Восточной Сибири и Приморья (по А. В. Постникову, 1996).

Кроме традиционного бумажного атласа предполагается сделать его электронную версию и компакт-диск. Тогда атлас станет доступным для каждого, кто имеет компьютер. Создание национального атласа — крупнейший научный проект, и его реализация займет не один год. Одновременно планируется организовать российский национальный информационно-картографический центр, где будет сосредоточиваться и постоянно обновляться вся необходимая пространственная информация.■

ной тематики и устранять случайные расхождения в изображении контуров (при создании атласов согласование карт – основная забота картографов);

все данные атласа должны быть отнесены к одной дате, к единому временному интервалу;

карты должны иметь общие принципы оформления, общий стиль дизайна – это придает атласу единство.■

Над атласами обычно трудятся большие коллективы специалистов – картографы, географы разного профиля, геологи, экологи и другие представители наук о Земле. Работа длится долго, много времени затрачивается на сбор материала и согласование карт. Зато хороший комплексный атлас служит многие годы и даже через столетия не теряет своего значения: ведь это – фундаментальный свод документов о состоянии географической системы на определенный временной срез.■

По пространственному охвату атласы подразделяются на атласы планет (например, атласы мира, Венеры, Луны), континентов, океанов, крупных географических районов, государств, областей, городов. Возможны самые разные варианты таких атласов в зависимости от особенностей территориального деления по административным, политическим, историческим, природным, экономическим признакам. Есть атласы, охватывающие только полушарие («Атлас обратной стороны Луны»), атласы групп стран («Атлас Дунайских стран») и атласы небольших территорий и акваторий («Атлас южного берега Крыма», «Атлас озера Байкал»).

По содержанию атласы бывают общегеографические, физико-географические, социально-экономические, экологические, исторические, общие комплексные. Наиболее полезным с практической точки зрения является создание атласов по назначению, в соответствии с которым выделяют атласы справочные, научно-справочные, популярные, учебные, туристские, дорожные, военные и т. п.■

Справочные атласы — это обычно общегеографические и политико-административные атласы, максимально подробно отражающие общегеографические элементы – населенные пункты, рельеф и гидрографию, дорожную сеть и границы. Атласы особенно точны в отношении номенклатуры, сопровождаются обширными указателями и другими справочными данными.■

Научно-справочные атласы — капитальные картографические произведения, дающие наиболее полную и научно обоснованную (на современном уровне изученности) характеристику территории. Это те самые картографические энциклопедии, часто многотомные, о которых речь шла выше. Они содержат системное изображение территории и предназначены в основном для ученых, администраторов, органов планирования и т. п. Таков многотомный «Атлас океанов», «Физико-географический атлас мира», «Атлас снежно-ледовых ресурсов мира» и др.■



Атлас океанов. Предшественником этого издания был Морской атлас – гордость отечественной картографии, изданный в 1950 – 1963 гг.

Чаще всего атласы брошюруются в переплете, но бывает, что их издают в виде отдельных листов в общей папке или даже в деревянной коробке на металлических запорах. Листами карт удобно пользоваться для сравнения, взаимного наложения карт на просвет.
В наши дни наряду с традиционными, бумажными, появились компьютерные атласы.■



Популярные атласы предназначены для массового читателя. Они общедоступны, и пользование ими не требует профессиональной подготовки. Они адресованы школьникам, изучающим родной край, туристам и краеведам, охотникам и рыболовам. В эти атласы включают лишь основные карты природы и экономики, зато дополняют их картами достопримечательных мест и исторических памятников, картами туристских маршрутов. Такие атласы обычно сопровождают яркими фотографиями, рисунками, подробными справочными данными.■

Особую группу составляют военные и военно-исторические **атласы**, предназначенные для высшего командного состава и офицеров армии и флота. Кому случалось видеть эти замечательные издания, например старый – «Атлас РККА» или более новый «Атлас офицера», знают, каким высоким качеством отличаются эти издания. Они удобны в работе, строги по оформлению, насыщены справочными материалами по военной географии, экономике и природе стран мира, в них включены сведения по топографии и астрономии, планы крупнейших городов.■

Национальный атлас – это картографическая энциклопедия страны. Он содержит разностороннюю характеристику природы и ресурсов, населения, истории и культуры, хозяйства и экологического состояния страны. Национальный атлас всегда создается государственными картографическими учреждениями и носит официальный характер. Национальный атлас отражает уровень развития страны, ее экономики, степень научного познания и картографического производства.■



Атлас «Природа и ресурсы мира» – выдающееся произведение российской и мировой картографии, созданный Российской академией наук в 1999 г.

Атлас мира (3-е издание, 1999 г.). Вышел на русском и английском языках.



От карт к фотокартам



Рисунок известного французского художника О. Домье, изображающий соотечественника Надара, впервые взявшего в полет на воздушном шаре фотоаппарат.

Выход человека в космос, запуск искусственных спутников Земли и съемка с них обеспечили получение нового вида изображений — космических снимков, а к традиционным картам добавились фотокарты.

Два важных события способствовали появлению нового вида изображений Земли: открытие в 1839 г. фотографии и создание летательных аппаратов — сначала подъем на воздушном шаре, а затем, в начале нашего века, развитие авиации и, наконец, прорыв в космос. Поднявшись над землей, человек вдруг увидел своими глазами то, что он рисовал на картах, и, естественно, захотел зафиксировать эту картину, установив на летательных аппаратах фотокамеру.

Фотоснимки старались получать со всего, что могло подниматься над землей, даже к почтовым голубям привязывали фотоаппараты. Но по-настоящему качественные фотографии стали делать с самолетов, получая аэроснимки, а потом, с запуском искусственных спутников Земли, и космические снимки. В первом космическом полете Юрия Гагарина, когда еще не совсем было ясно, сможет ли человек работать в космосе, фотокамера на борту космического корабля отсутствовала. Но уже второй космонавт – Герман Титов работал с фотоаппаратом. Затем специальные спутники оборудовали съемочной аппаратурой для получения космических снимков.

Во время бурного развития аэрофотосъемки в нашей стране один из видных специалистов в этой области Н. Г. Келль писал: «Таким образом, завершается цикл развития картографии; человечество начало с карт-картин и кончает цветными стереоскопическими видами с птичьего полета».

С появлением **аэроснимков** и **космических снимков** существенно облегчилось создание топографических и тематических карт и возникли совершенно новые виды картографических изображений — фотопланы и фотокарты, на которых язык условных знаков уступил место «фотопортрету». Такие карты математически строги и точны, нередко оснащены координатной сеткой, но обычно не имеют легенды, разъясняющей, что и как изображено.

Облик земной поверхности, зафиксированный на фотоизображении, говорит сам за себя, и к нему лишь добавляются географические наименования.■



Международная орбитальная станция.

Уже в XVIII в. человек, построив воздушный шар, поднялся над землей и увидел свою земную обитель сверху. Сразу после изобретения фотографии он захотел запечатлеть ее. В 1858 г. француз **Надар** впервые взял в полет фотоаппарат.

В XX в. аэрофотосъемка стала основным методом создания карт. Четверть века занял огромный труд по изготовлению карт страны в масштабе 1 : 25 000. Но в середине XX в. уже появились снимки, сделанные из космоса, позволяющие обозревать значительно большую территорию и, значит, составлять карты быстрее.

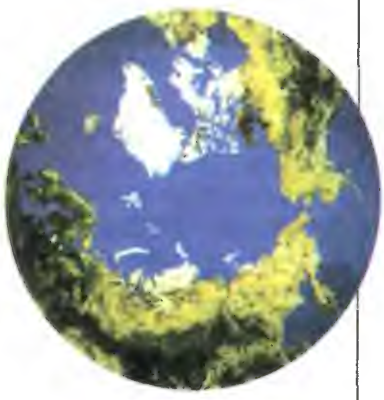
В наше время съемку и исследования из космоса ведут с автоматических спутников и орбитальных космических станций с экипажами космонавтов.

В конце XX в. начато строительство международной орбитальной станции. Она включает несколько лабораторных модулей, а ее солнечные батареи, антенны, стыковочные узлы, навигационное оборудование раскинулись более чем на 100 м – площадь хорошего стадиона. Доставку на орбиту более 100 элементов станции обеспечили транспортные корабли, для чего потребовалось более 50 полетов.■

Фотокарту любого материка сейчас можно купить в магазине. А сделана она из множества космических снимков, которые собраны, как мозаика, в единое изображение. Чтобы создать такую фотокарту, нужно большое количество изображений-снимков перевести в нужную картографическую проекцию, соединить, или, как говорят, «сшить» их воедино, избавиться от мешающей облачности, выбрав для фотокарты только безоблачные изображения, позаботиться, чтобы при этом на них не сказались сезонные различия, чтобы вся территория оказалась охваченной единовременным взглядом. Конечно, на такой фотокарте видны только самые главные черты природы континентов — горные хребты, крупные реки и озера, зеленый покров лесов и желтые просторы пустынь. Фотокарты могут отражать не только внешний облик земной поверхности, но и какое-либо природное явление на ней, за развитием которого следят исследователи: снежный покров, морские льды, облачность, концентрацию фитопланктона в водах океанов, сезонное развитие растительности, для чего, например, создаются карты «вегетационного индекса». Обычно это обзорные изображения Земли, континентов, океанов. Но есть и фотокарты городов, где можно отыскать свою улицу и свой дом. Город быстро меняется, растет, и новые снимки покажут эти изменения. Такие фотокарты, помещенные в компьютер, — важный элемент географических информационных систем (ГИС), которые помогают управлять сложным городским хозяйством.

Но прежде чем создать фотокарту, надо получить снимки, из которых она составляется.■

Фотокарта «вегетационного индекса», охватывающая приполярные районы Северного полушария. Чем интенсивнее зеленый цвет на изображении, тем больше биомасса растительности в поздневесенний период съемки. «Зеленая волна» уже охватила сельскохозяйственные поля.



Фрагмент фотокарты Санкт-Петербурга.



Как получают снимки

Аэрофотоснимки делаются специальными аэрофотоаппаратами, установленными на самолетах, а космические снимки — с пилотируемых кораблей, орбитальных станций, автоматических спутников с помощью фотографической и сканерной аппаратуры.

Аэрофотоснимки получают с помощью специальных фотоаппаратов, которые весят десятки килограммов, заряжаются фотопленкой шириной обычно 18 см и устанавливаются над специальным отверстием в фюзеляже самолета, чтобы объектив «смотрел» прямо на Землю. Уже в годы Первой мировой войны военные летчики выполняли фотосъемку с самолета в разведывательных целях. В 30-х гг. XX в. аэрофотосъемка заменила наземную съемку местности и стала основным методом создания карт. К середине 50-х гг. с помощью аэрофотоснимков были составлены топографические карты всей территории нашей страны в масштабе 1:100 000, а через четверть века завершился огромный труд по созданию карты в масштабе 1:25 000, состоящей из 300 тыс. листов. Появление в эти годы цветных аэрофотоснимков способствовало тому, что их стали широко использовать для изучения горных пород, почв, растительности, составления геологических, почвенных, геоботанических карт, исследования взаимосвязей между природными компонентами, проведения комплексных географических исследований.■

После запуска в 1957 г. искусственных спутников Земли и космических кораблей географы и картографы получили новые материалы для своей работы — космические снимки. Оказалось, что даже с расстояния в тысячи километров можно делать снимки, отображающие многие детали земной поверхности, и такую съемку выполнять иногда выгоднее, чем аэрофотосъемку. Ведь один космический снимок заменяет тысячи аэрофотоснимков. Спутник пролетает над районами, труднодоступными даже для самолета, — высочайшими пиками, ледяными просторами Антарктиды. Постоянно работающий на орбите спутник может повторять съемку изо дня в день для наблюдения за быстро меняющейся облачностью, течениями в океане, снежным покровом. Одним словом, возможности съемки существенно расширились. Для получения снимков стали использовать не только фотоаппараты, но и такую аппаратуру, которая позволяла бы передавать снимок на Землю по радиоканалам, например сканеры. При сканерной съемке (от англ. scan — «прослеживать последовательно, по



Космонавт В. В. Коваленок ведет фотосъемку ручной камерой с борта орбитальной станции «Салют-6».

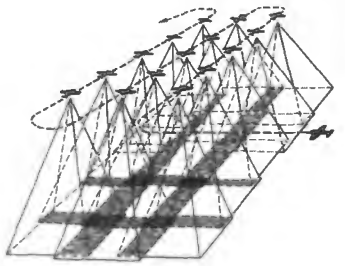
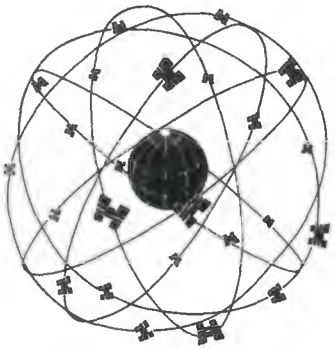


Схема маршрутной аэрофотосъемки. Съемка ведется так, чтобы последовательные снимки маршрута перекрывались.

Чтобы сделать по снимкам карту, надо знать точное местоположение изобразившихся объектов, как говорят, «выполнить координатную привязку». Прежде это делали с помощью сложных геодезических измерений. Сейчас используются портативные приемники, позволяющие точно определить географические координаты, получая сигналы со спутника. Для этого создана специальная космическая система, включающая созвездия из нескольких десятков спутников.■



Система из 24 спутников, служащая для определения координат.

Работа с приемником GPS.



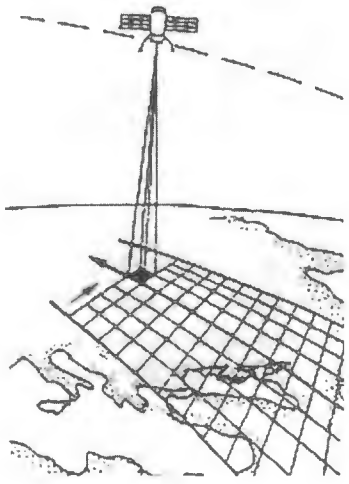


Схема сканерной съемки со спутника.

частям») местность просматривается по участкам поперек линии маршрута. Световые сигналы, поступающие на приемник излучения от каждого участка, преобразуются в электрические и передаются по каналам космической связи на Землю, где они записываются в виде маленьких элементов будущего снимка — пикселов, что значит «элемент картины». Такой поперечный просмотр дает строку снимка, а накопление строк по маршруту полета постепенно формирует снимок. Достоинство сканерной съемки — ее оперативность: можно получить изображение территории непосредственно во время полета спутника над ней. Другое преимущество сканерной съемки перед фотографической — возможность увидеть не видимое глазом, поскольку сканеры чувствительны к такому излучению, которого ни глаз, ни фотопленка не воспринимают.

Снимок, сделанный фотокамерой и доставленный на Землю, содержит так много деталей изображения, что глаз человека не в состоянии их разглядеть, поэтому изображение увеличивают. При увеличении можно увидеть больше подробностей. При этом целостность изображения не нарушится, на нем не возникнет разрывов, оно останется непрерывным. Фотографические снимки можно увеличивать в 10 — 20 раз.

Другое дело — снимок, полученный путем сканирования и переданный на Землю по радиоканалам. Сигналы при такой передаче относятся к определенным, обычно прямоугольным участкам местности. При увеличении станет видно, что такой снимок состоит из множества одинаковых по величине прямоугольных элементов, внутри которых нет никаких деталей, а тон изображения на границах участков меняется скачкообразно. Это дискретное изображение. Каждому пикселу изображения соответствует хранимое в памяти компьютера число, обозначающее его яркость. Такие снимки называются цифровыми. Они записываются на оптических компакт-дисках и могут передаваться по телекоммуникационным сетям через Интернет. Непрерывный фотографический снимок для обработки на компьютере тоже должен быть превращен в дискретный цифровой; это делается с помощью лабораторных компьютерных сканеров. ■



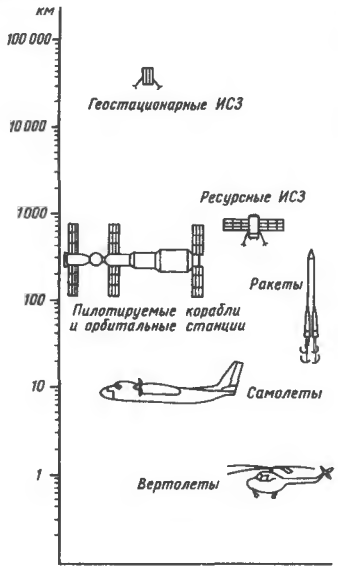
Увеличенный сканерный снимок района Лужников (Москва).

Фотографический космический снимок центральной части Москвы.

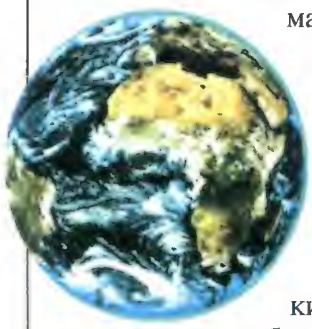


Снимки с разных высот

С разных высот получают снимки различного охвата и детальности. На снимках, сделанных с расстояния 36 тыс. км, видна планета в целом и различаются континенты, но с приближением к Земле на них появляется изображение гор, лесов, городов и даже отдельных зданий.

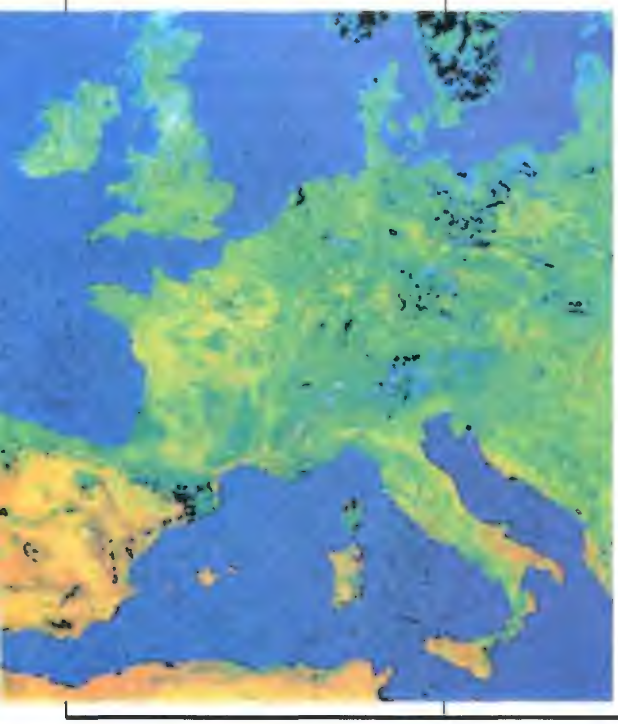


Носители аппаратуры, используемые для съемки с разных высот.



Снимок Земли с геостационарного метеорологического спутника с разрешением 5 км.

Снимок Западной Европы с околоземного метеорологического спутника с разрешением 1 км.



Снимки получают, устанавливая съемочную аппаратуру на вертолетах, самолетах, космических кораблях и спутниках, которые летают на разной высоте над Землей. Съемку ведут с расстояний от нескольких сотен метров до десятков тысяч километров. Поэтому масштабы снимков различаются в тысячи раз. Сильно различается и охватываемая каждым снимком территория — с близкого расстояния можно снять лишь небольшой участок (например, охват (обзорность) снимка с самолета — всего несколько километров); удалившись же на десятки тысяч километров, можно получить на одном снимке всю Землю в целом. Различается и детальность снимков, их подробность. Чтобы сравнивать снимки по детальности, определяют размер наименьших объектов, изображающихся на них (эту величину называют разрешением снимков): на одних снимках не видны даже крупные города, на других — можно разглядеть отдельные дома.■

Мелкомасштабные снимки. На орбите высотой 36 тыс. км над экватором спутники движутся с той же угловой скоростью, что и вращающаяся Земля, и поэтому они всегда как бы висят над одной и той же точкой ее поверхности (такие спутники называют геостационарными). Снимки глобального охвата получают несколько раз в сутки. Ширина полосы съемки при этом достигает 10 тыс. км, а масштаб равен 1:50 000 000 — 1:100 000 000. На снимках видны очертания океанов и материков, большие горные системы, даже крупнейшие речные долины, т. е. «детали» размером 5 км. Такую съемку используют для наблюдения за облачностью, изучения циркуляции атмосферы. Делают ее метеорологические спутники.

С околоземных орбит высотой около 1000 км спутник обозревает полосу шириной 2000 — 3000 км и получает снимки частей материков, крупных регионов (их называют региональными) с разрешением около 1 км или несколько сотен метров. На снимках в масштабах 1:1000 000 — 1:10 000 000 уже хорошо видны крупные геологические

структуры, горные хребты, лесные массивы. По ним можно следить за течениями в океане, состоянием морских льдов и снежного покрова, по затемненным пятнам грязного снега вокруг городов судить о загрязнении атмосферы.■

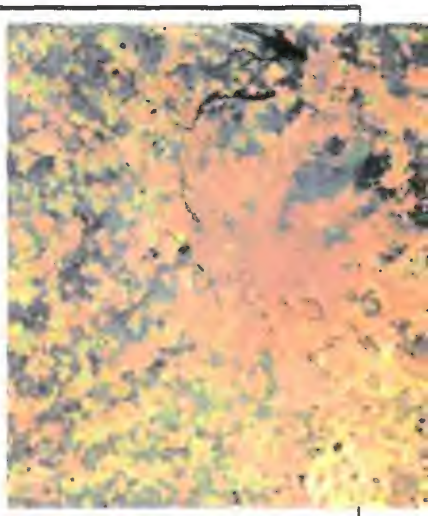
Среднемасштабные снимки. В том же высотном ярусе около 1000 км работают и ресурсные спутники, которые выполняют более детальную съемку с разрешением 100 — 10 м, но охватывают при этом более узкую полосу, уже до 200 км (такие снимки называют локальными). Их масштабы — 1:500 000 — 1:1000 000. На этих снимках видны уже не только черты природы, но и следы проявления хозяйственной деятельности человека: сельскохозяйственные поля, крупные магистрали, города с их планировкой. Такие снимки дают хороший материал для составления среднемасштабных тематических карт (ландшафтных, геологических, почвенных, геоботанических, сельскохозяйственных) и изучения воздействия человека на ландшафты. Но их детальность еще недостаточна для создания крупномасштабных топографических карт и планов городов.

Специально для обеспечения точного картографирования запускаются спутники на низкие орбиты высотой около 200 км, с которых получают детальные снимки с разрешением до 1 – 2 м при относительно небольшом охвате в десятки километров. Масштабы снимков 1:100 000 — 1:500 000, на них видна не только планировка населенных пунктов, но и многие элементы городской структуры. Эти снимки используются для создания топографических карт.■



Снимок центральной части Москвы с картографического спутника с разрешением 2 м.

Крупномасштабные снимки. И наконец, самую детальную съемку выполняют с самолетов и вертолетов с высоты нескольких километров или даже сотен метров в масштабах 1:10 000 — 1:100 000. Разрешение таких снимков менее 1 м, они очень детальны, позволяют составлять подробные карты и планы. Аэроснимки незаменимы при решении инженерных задач: проектировании гидроэлектростанций, транспортных магистралей, сооружений, защищающих от опасных природных процессов — лавин, оползней.■



Снимок Москвы и Подмосковья с ресурсного картографического спутника с разрешением 20 м.

Космические снимки хранятся в специальных фондах тех организаций, которые ведут прием информации со спутников. Многие фонды имеют свои каталоги в Интернете, и исследователь может посмотреть интересующие его снимки и приобрести их в «Интернет-магазине».■

Аэрофотоснимок МГУ с разрешением менее 1 м.



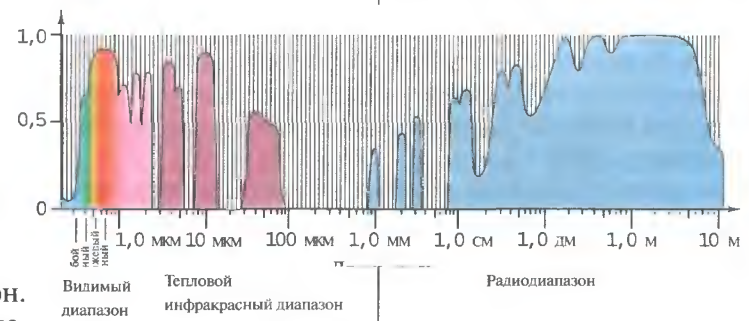
Снимки в разных диапазонах спектра

Аэросъемку и космическую съемку ведут, регистрируя излучение видимого, теплового инфракрасного и радиодиапазона. На полученных снимках отображаются оптические характеристики (яркость, цвет), температура поверхности, ее неровности.

Обычно снимки фиксируют картину, которую можно увидеть глазами. Это происходит потому, что съемочная аппаратура чувствительна к излучению того же видимого диапазона, который воспринимает глаз человека.

Из физики известно, что вслед за видимым (при возрастании длин волн излучения) идет инфракрасный, а затем и радиодиапазон. Используя специальные приемники излучения, можно регистрировать на снимках и такое излучение. Тогда-то на снимках появятся не видимые глазом предметы.■

Атмосфера Земли подобна полупрозрачному стеклу; она пропускает излучение лишь в отдельных спектральных участках — окнах прозрачности, которые и используются в дистанционных исследованиях. На схеме показаны окна прозрачности в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне, тепловом инфракрасном диапазоне и радиодиапазоне.■



Окна прозрачности атмосферы.

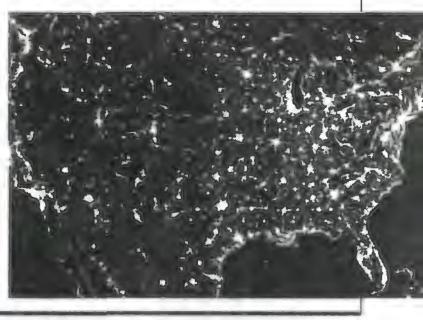
На черно-белых снимках в видимом диапазоне снег изобразится белым, а лес темным. На цветном фотоснимке мы увидим зеленый лес, желтые поля созревшей пшеницы, темную воду. Однако получают такие снимки в светлое время суток и при ясной погоде. Ночью на них можно увидеть только огни городов. Облачность, которая постоянно закрывает около половины земного шара, мешает съемке, и в некоторых районах (в Антарктиде, в бассейне Амазонки) не удается получить снимки десятилетиями.■

Обычно съемка в видимом диапазоне выполняется днем при солнечном освещении. Но некоторые спутники ведут такую съемку ночью, когда на снимках отображаются ночные огни поселений, магистралей, нефтяных факелов, лесных пожаров. Такой снимок похож на карту городов, на нем особенно выделяются промышленные районы.■

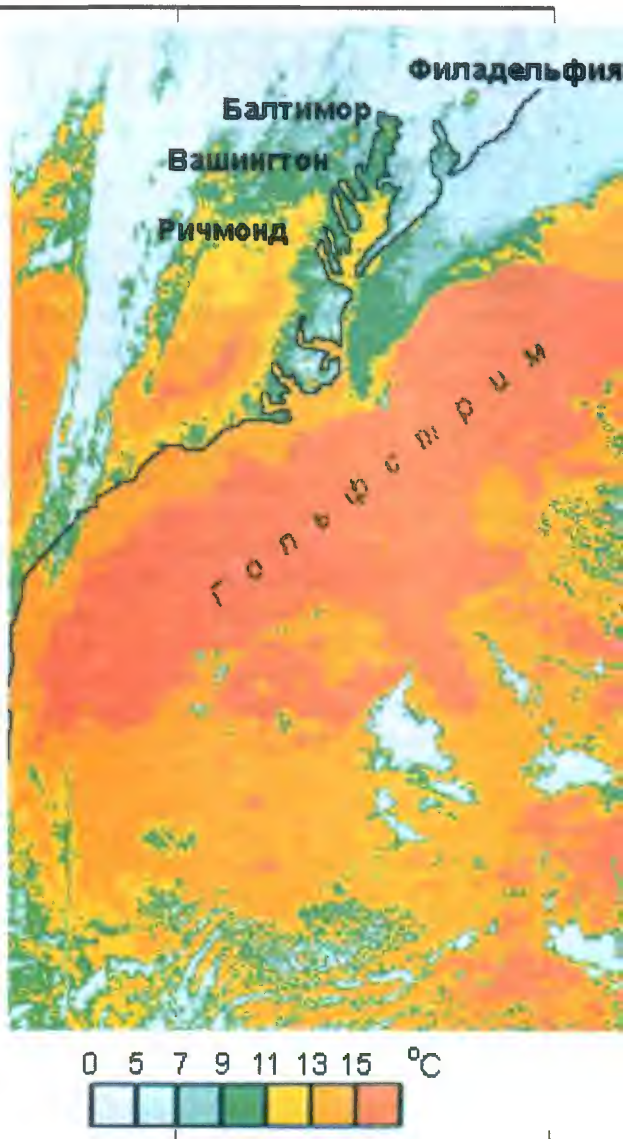


Фотографический снимок в видимом диапазоне. Участок Подмосковья с водохранилищами на канале им. Москвы.

Ночной снимок территории США.

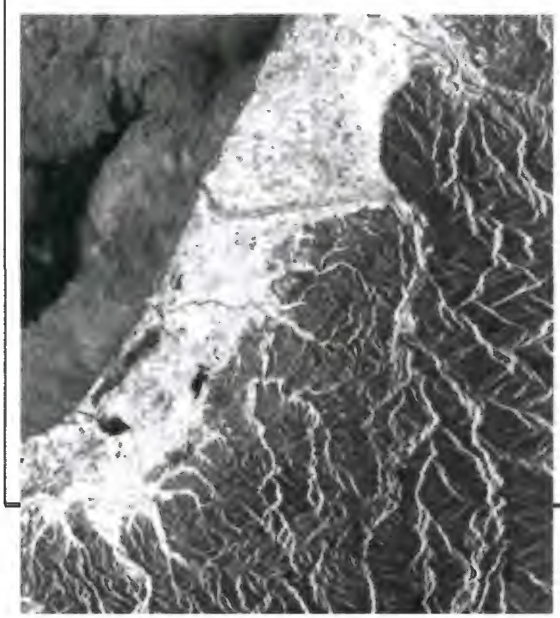


На снимках, сделанных в тепловом инфракрасном диапазоне, отображаются невидимые свойства объектов — температуры поверхности воды и почвы, ее влажность, течения в океане. Так, на снимке Атлантического океана четко видна струя теплого течения Гольфстрим, отображенная красным цветом, контрастирующая с холодными водами Северной Атлантики и Лабрадорского противотечения (зеленый цвет), на границе с которыми образуются огромные вихри. По таким снимкам удобно изучать динамику водных масс. Съемку в тепловом диапазоне можно выполнять в темноте, например во время полярной ночи в Арктике. Но облачность мешает съемке.Снимки в тепловом инфракрасном диапазоне, по которым судят о температуре воды в океане, используют прежде всего для определения районов, куда надо направлять суда для лова рыбы, потому что рыбные косяки идут в прохладные воды. Эти снимки многое могут рассказать и о поверхности суши, например о влажности почв, так как сухие и влажные почвы имеют разные температуры. Хорошо выделяются на них и города, где нагрев асфальта и зданий, промышленные выбросы предприятий влияют на температуру в городе. Вот почему на тех же снимках, где видна теплая струя Гольфстрима, видны и тепловые очаги Вашингтона, Балтимора, Филадельфии, Ричмонда.■



Снимок в тепловом инфракрасном диапазоне западного побережья США и течения Гольфстрим в Атлантическом океане.

Чтобы съемка не зависела от погоды, используют излучение в радиодиапазоне, которое проникает сквозь облака. На снимках, сделанных по данным радиолокации земной поверхности, хорошо различаются неровности поверхности, ее шероховатость. Поэтому на таких снимках видны рельеф суши, растительность, разделяются хвойные и лиственные леса, посевы различных сельскохозяйственных культур, волнение на море, морские льды. Такие снимки можно делать даже полярной ночью при любой погоде, их используют в ледовой разведке для проведения караванов судов во льдах полярных морей. На радиолокационных снимках выделяются пятна нефтяного загрязнения на морской поверхности, так как пленка нефти препятствует развитию волн. Радиоволны способны проникать даже на несколько метров сквозь толщу грунта. Тогда снимки могут быть использованы, например, для поиска подземных вод в песках пустынь.■



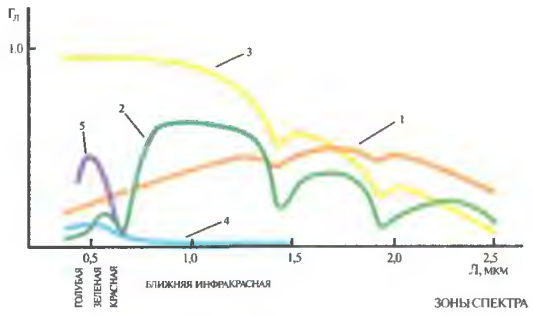
Радиолокационный снимок в радиодиапазоне участка западного побережья Канады с горным рельефом. На воде отчетливо видна пленка нефтяного загрязнения, а на суше густая сеть оврагов и долин, расчленяющих горные склоны.

Отражение лучей, посылаемых локатором со спутника при радиолокационной съемке, зависит от того, насколько шероховата облучаемая поверхность. Волнение нарушает водную гладь. Нефтяная же пленка на морской поверхности сдерживает волнение, и загрязненные участки имеют гладкую поверхность и выделяются в виде темных пятен. Это помогает выявлять участки загрязнения, определять его масштабы, следить за ликвидацией последствий аварий.■

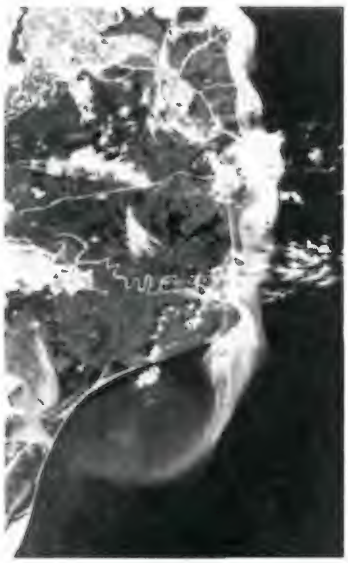
Многозональные снимки

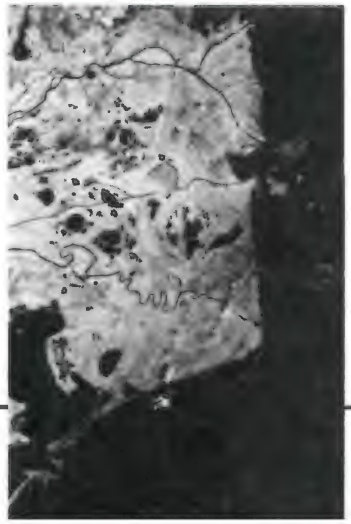
Серии снимков, сделанных одновременно в разных спектральных зонах, — это так называемые многозональные снимки, которые позволяют более надежно распознавать изучаемые объекты и получать цветные синтезированные изображения.

В одном спектральном диапазоне можно получить серию снимков, одновременно используя излучение в нескольких узких спектральных зонах. Подобные снимки называют многозональными. Их делают, например, с помощью специальных фотокамер с несколькими объективами, причем каждый снабжен цветным светофильтром. Получаемая таким образом серия зональных черно-белых снимков позволяет распознавать объекты, пользуясь их спектральными образами. Дело в том, что большинство окружающих нас объектов по-разному отражают солнечные лучи: одни – преимущественно зеленые, другие — красные. Почвы, горные породы, вода, растительность, снег имеют присущий только им набор значений яркости в разных спектральных лучах. Графически это изображается в виде так называемых кривых спект-



Кривые спектральной яркости различных природных объектов: 1 — почвы и горные породы; 2 — растительность; 3 — снежный покров; 4 — вода чистая; 5 — вода мутная, загрязненная.





Дельта Дуная на снимках в красной и ближней инфракрасной зонах.



Многозональная космическая фотокамера МКФ-6 с шестью объективами с разными светофильтрами. Камера весит более 100 кг.



Спутниковая карта концентрации фитопланктона в Атлантическом океане.

Многозональная съемка позволяет определять цвет воды в океане. Оказалось, что цвет воды зависит от содержания в ней фитопланктона — мельчайших простейших организмов, которыми питаются рачки и моллюски, а ими, в свою очередь, питаются мелкие рыбы, являющиеся пищей крупных. Поэтому регулярное создание карт концентрации фитопланктона по материалам космической съемки оказалось очень важно для оценки биологических ресурсов океана. ■



Голубая зона.



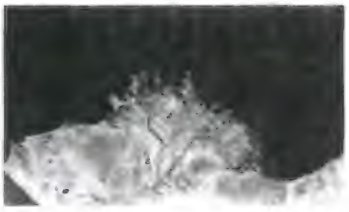
Зеленая зона.



Оранжевая зона.



Красная зона.



Ближняя инфракрасная зона (первая).



Ближняя инфракрасная зона (вторая).

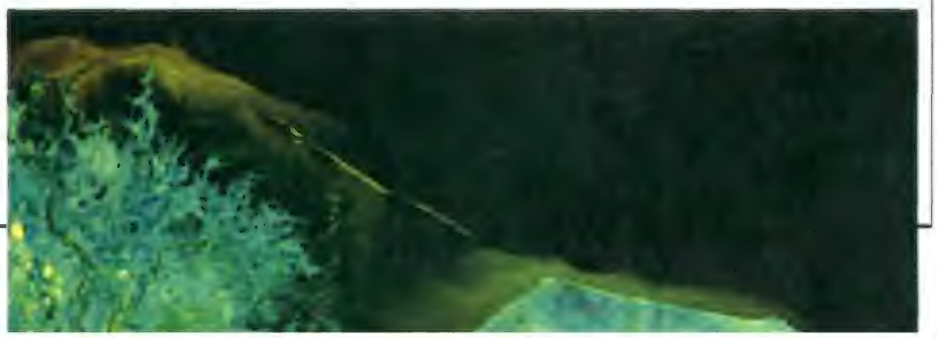
ральной яркости. По снимкам в разных зонах можно установить, какие объекты изобразились. Для этого яркость изображения неизвестного объекта на серии зональных снимков (т. е. его спектральный образ) сравнивается с эталонными кривыми, полученными путем специальных измерений на местности и хранящимися в банке данных. Например, если объект темный в красной зоне и очень светлый в ближней инфракрасной, можно с уверенностью сказать, что это растительность. Спектральный образ часто используется для разделения (классификации) объектов при компьютерной обработке снимков. Так, на приведенных снимках дельты Дуная изменение тона изображения, темного в красной зоне и светлого в ближней инфракрасной зоне, говорит о развитии здесь сочной тростниковой растительности, а светлая полоса прибрежных вод в красной зоне — о выносе Дунаем большого количества взвесей.■

Многозональные снимки позволяют изготовить цветные синтезированные изображения. Если три черно-белых зональных снимка ввести в компьютер и окрасить их в основные цвета — синий, зеленый, красный, то на экране возникнет яркая разноцветная картина. Выбирая различные сочетания зональных снимков и меняя их окраску, можно синтезировать разные цветные изображения, на которых объекты предстанут в цветах, либо близких к натуральным, либо в условных, намеренно искаженных цветах. На таких синтезированных снимках различные географические объекты будут выделяться более четко и точность их опознавания значительно повысится. Приведенные снимки дельты реки Селенги, образовавшейся при впадении ее в озеро Байкал, сделаны при различных вариантах цветового синтеза. В случае, когда для синтеза использовались коротковолновые зоны — голубая, зеленая, на снимках хорошо изобразились окаймляющие дельту подводные валы, бары и струи мутных вод, выносимых Селенгой. Видно, как загрязненные воды распространяются в озере, где оседают взвеси. Однако береговая линия дельты на этих снимках четко не выделяется. При использовании для цветового синтеза инфракрасной зоны картина меняется — становится четко виден сложный контур береговой линии дельты. Но вынос взвесей на таком снимке уже не прослеживается — вся вода, и прозрачная и мутная, изображается одинаково темным тоном.■



Серия из 6 зональных снимков дельты реки Селенги при впадении ее в озеро Байкал, сделанных камерой МКФ-6.

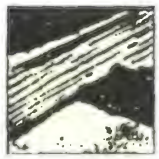
Цветные синтезированные снимки дельты реки Селенги, полученные при разных сочетаниях исходных зональных снимков и окраске их в различные цвета.



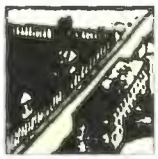
Дешифрование снимков



Форма.



Цвет (тон).



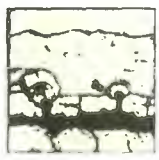
Размер.



Тень.



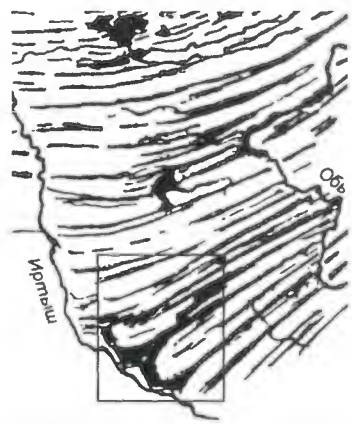
Рисунок.



Взаимосвязь.

Прямые дешифровочные признаки: форма, цвет (тон), размер, тень, рисунок. Косвенный дешифровочный признак — взаимосвязь, взаимообусловленность.

Индикационное дешифрирование позволяет изучать и природу далекого прошлого. Например, многоводные потоки, которые текли по равнинам Евразии при таянии древнего оледенения, оставили следы в виде ложбин. Сложенные песками и занятые сосновыми борами, они хорошо видны на снимках Приобского плато. Дешифрируя их, палеогеографы смогли восстановить сеть водных потоков.

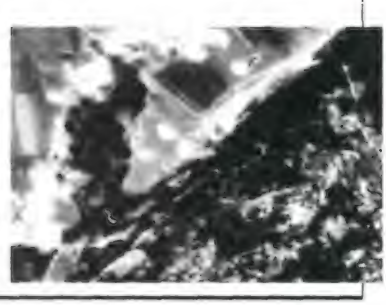


Снимки содержат разнообразную информацию о местности. С их помощью метеорологи определяют атмосферные фронты, а также наблюдают за образованием и перемещением циклонов, гидрологи фиксируют зоны затопления во время половодий, геологи ищут полезные ископаемые, картографы составляют карты.

Снимок, полученный с высоты, кажется непосвященному человеку необычным и малопонятным. В отличие от карты он не имеет условных обозначений, пояснительных подписей. Поэтому надо уметь читать снимки, или, как говорят специалисты, дешифрировать их. Дешифрирование основано на знании отличительных дешифровочных признаков объектов — своеобразной азбуки снимков. Одни из этих признаков прямые, они непосредственно указывают, какой объект изобразился на снимке. Например, белый цвет — признак снега или солевой корки, прямоугольная форма земельных участков — признак распаханных или занятых посевами полей, а по форме тени можно определить характер постройки. Пять главных прямых признаков показаны на рисунке. Однако более существенны косвенные признаки. Они позволяют получить сведения об объектах и процессах, не изобразившихся на снимках, используя их взаимосвязи. Например, характер растительности в засушливых районах свидетельствует о глубине залегания невидимых грунтовых вод и насыщенности их минеральными солями. Дешифрирование по косвенным признакам называют **индикационным**. Этот сложный вид географического анализа дает сведения о невидимых на местности объектах по их видимым индикаторам.■



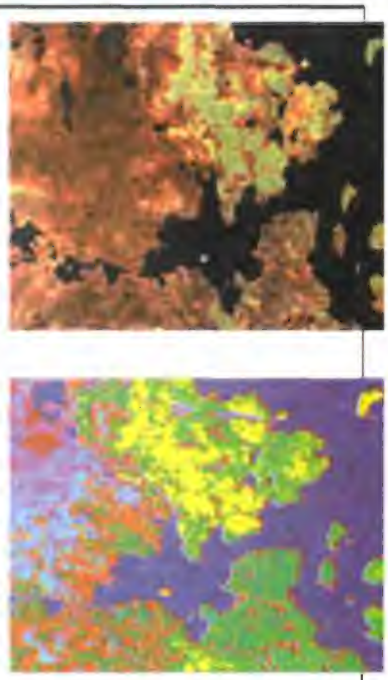
Совсем другую информацию даст тот же снимок зоогеографу, который анализирует по изображению условия местообитания животных. Увидев в ложбинах древнего стока сильную изреженность сосновых боров в сочетании с многочисленными озерами, зоогеографы смогут объяснить, почему там много лосей и косуль.



Для работы с космическими снимками часто используют персональные компьютеры. Цифровой снимок можно вывести на экран компьютера, увеличить его или уменьшить, улучшить качество и сделать более контрастным, раскрасить в различные цвета, рассмотреть объект с разных сторон. Серия зональных черно-белых снимков позволяет синтезировать цветное изображение, подбирая такие зоны и светофильтры, на которых яснее проступят интересующие исследователя объекты. На основе анализа яркости зональных изображений компьютер сам выявит однородные группы объектов, т. е. выполнит неконтролируемую, неуправляемую классификацию. Если для отдельных участков известны изобразившиеся объекты (их называют тестовыми, эталонными), то компьютер по аналогии выделит такие же объекты на остальной части снимка, т. е. выполнит управляемую классификацию.

Здесь приведен пример такой компьютерной обработки космического снимка на центральную часть Кольского полуострова, где на берегу озера Имандра в Мончегорске работает медно-никелевый комбинат «Североникель», дымовые выбросы которого губительно воздействуют на растительность близлежащих территорий.

На снимке по цвету изображения выделяются участки повреждения и уничтожения растительности — их красно-коричневые пятна резко контрастируют с зеленоватыми тонами еще сохранившихся лесов. Составленная в результате выполнения управляемой классификации компьютерная карта показывает распространение зон с разной степенью промышленного воздействия на растительность. Повторение такой классификации по снимкам, сделанным в разные годы, позволяет следить за изменением степени воздействия, что необходимо для проведения восстановительных и природоохранных мероприятий.■



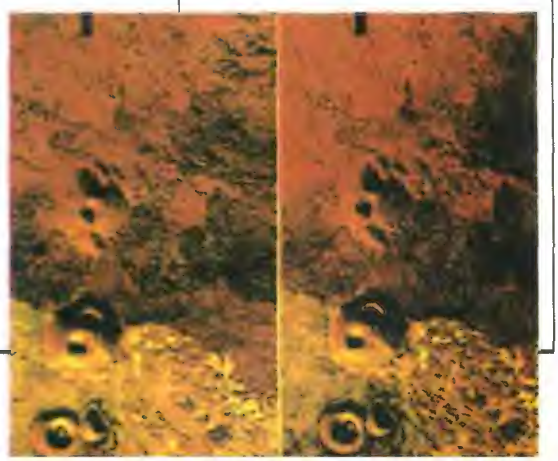
Космический снимок и результаты классификации зон с разной степенью техногенного воздействия на растительность в районе Мончегорска.

Два снимка одного и того же участка местности, полученных с разных точек, образуют стереоскопическую (т. е. воссоздающую объемное изображение) пару. Вооружившись специальным оптическим прибором — стереоскопом, можно наблюдать объемную, очень выразительную модель местности. Это замечательное свойство снимков важно для изучения рельефа земной поверхности. Пользуясь стереофотограмметрическими приборами, с большой точностью измеряют такую рельефную модель. Так по стереопарам составляют карты местности, прежде всего топографические. Теперь такую работу выполняют с помощью компьютера, пользуясь специальными стереоочками.■

Стереообработка снимков на современной фотограмметрической рабочей станции. Объемная модель наблюдается с помощью специальных стереоочков.



После небольшой тренировки стереомодель можно наблюдать и невооруженным глазом. Для этого левый глаз должен видеть левый снимок, а правый глаз — правый снимок стереопары. Надо посмотреть на верх рисунка, где специально изображен вспомогательный штрих, и устремить взгляд сквозь снимки вдаль. Вначале появятся четыре расплывчатых нерезких штриха. Два из них нужно постараться слить в одно изображение. Искусственный стереоэффект возник, и теперь видна объемная стереомодель.■



Стереопара снимков с изображением вулканов.

ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ ПО СНИМКАМ

Многочисленные задачи, которые решают по космическим снимкам, можно разделить на четыре группы: инвентаризационные, оценочные, динамические и прогнозные.

Инвентаризационные задачи. При работе с аэроснимками и космическими снимками решаются задачи разных типов. Чаще всего, дешифрируя снимки, мы выявляем местонахождение объектов, определяем их количество, площади. Так поступают, например, при дешифрировании и составлении карт, на которых выделены территории, занятые болотами, озерами, лесами, пашнями, населенными пунктами. По космическим снимкам, например, впервые создана карта растительности Аляски — огромной малоисследованной территории, большая часть которой используется как оленьи пастбища, и для инвентаризации этих пастбищ необходимо детально знать распределение растительного покрова.

Для территории Европы по обзорным снимкам с метеоспутников составлена карта лесов, которая показывает, насколько разреженным стал здесь лесной покров — кружево лесов разрывается в местах поселений, промышленных зон, вырубок, сельскохозяйственных земель, болот. Такая карта позволяет выявить реальные площади лесов.

На Среднерусской возвышенности, в плодородной центральной черноземной области, снабжающей хлебом страну, из-за эрозионных процессов сокращаются площади, которые можно использовать для сельскохозяйственных полей. По космическим снимкам выделены территории, занятые овражно-балочной сетью, исключенные из пахотных земель и нуждающиеся в проведении противоэрозионных мероприятий.■



Карта растительности Аляски, составленная по снимкам с ресурсного спутника.

Оценочные задачи. Они более сложные, ставятся, когда требуется не просто установить распространение тех или иных объектов, а оценить их состояние, например, определить степень повреждения растительности в зоне воздействия вредных выбросов промышленного комбината или выявить загрязнение снежного покрова вокруг городов, кото-



Карта лесов Европы, созданная в результате обработки снимков с метеоспутников.

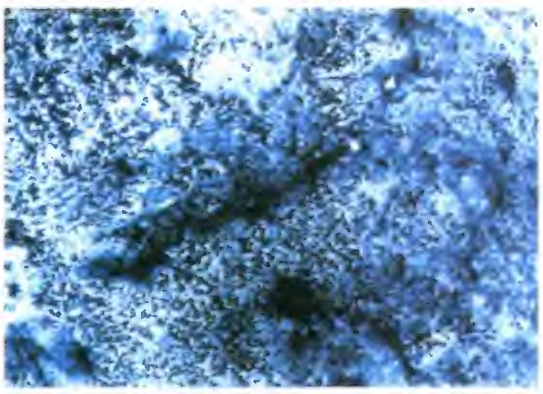
рое указывает, насколько чист в них воздух. С их помощью оценивается пригодность территории для строительства, распашки, вероятность развития опасных процессов — лавин, селей в горах и т. п. Решение оценочных задач требует более сложного анализа факторов, определяющих развитие процесса, или косвенных признаков, говорящих о характере повреждения, загрязнения и т. п. Здесь никак не обойтись без привлечения дополнительной информации. Решение оценочных задач особенно важно при эколого-географических исследованиях.

По космическим снимкам выполнена оценка состояния ландшафтов в зоне промышленного воздействия медно-никелевого комбината «Североникель» в районе Мончегорска, на Кольском полуострове. Дымовые выбросы комбината, содержащие серу, погубили окрестные леса. Дешифрование космических снимков вместе с полевыми исследованиями и наблюдениями с вертолета позволили составить карту оценки состояния повреждения растительности, что необходимо для планирования и проведения мероприятий по восстановлению лесов.

На космических снимках, сделанных весной, в начале таяния снежного покрова, вокруг городов видны огромные темные пятна загрязненного снега. Накопленные за зиму пыль и грязь выступают на поверхность и хорошо обрисовывают зоны промышленного и транспортного загрязнения воздуха. Оказалось, что эти зоны намного превышают площадь города. По таким снимкам построены карты зон загрязнения воздуха вокруг городов и рассчитано, в какие речные бассейны и сколько поступит загрязнения при таянии снега.■



Снимок района Мончегорска на Кольском полуострове на берегу озера Имандра. Красным цветом выделяется зона погибшей растительности вокруг комбината «Североникель».



(Справа). Карта повреждений растительности в зоне воздействия комбината «Североникель». Фиолетовым цветом показана зона полной гибели растительности — техногенной пустоши, а розовым, оранжевым, желтым цветами — обрамляющие ее зоны с разной степенью повреждений.



Карта зон с разной степенью загрязнения воздуха.



Космический снимок части Московского промышленного района, сделанный весной. Темные пятна загрязненного снега вокруг городов и промышленных центров указывают на распространение атмосферного загрязнения.

Динамические задачи. Возможность многократного повторения съемки делает снимки ценнейшим материалом для изучения изменений в природе и хозяйственной деятельности, т. е. для решения динамических задач. Регулярные аэрокосмические съемки — основа мониторинга, т. е. постоянного слежения за меняющимися объектами. Особенно важен такой мониторинг в береговых зонах морей, уровень которых испытывает колебания, а сама береговая зона подвергается затоплению при подъеме уровня, а при его опускании — иссушению и опустыниванию. Именно такими являются наши внутренние моря — Каспий и Арал. Каспийское море отличается тем, что уровень воды в нем, а значит, и его площадь периодически меняются. Длительное время с середины прошлого века уровень воды падал, и море сильно отступило, а с 1977 г. неожиданно начался подъем уровня, достигший почти 2 м. Так как в связи с прогнозами потепления климата ожидается подъем уровня Мирового океана, то Каспий сейчас рассматривается как природная лаборатория для изучения изменений береговой зоны при повышении уровня моря. Разновременные космические снимки позволили составить серии карт состояния и изменений береговой зоны. На снимках и составленных по ним картах видно, как изменился за эти годы один из участков его побережья — район устья реки Сулак в Дагестане. В 1978 г. берег имел два больших выступа — старую дельту Сулака, образовавшуюся, когда река поворачивала перед впадением в море на север, и новую дельту, которая стала формироваться после того, как реку повернули на восток, прорыв специальный канал. Когда уровень Каспия поднялся почти на 2 м, оба дельтовых выступа оказались затопленными и стали размываться, а воды Сулакской бухты подошли вплотную к поселку Сулак, где пришлось строить защитные дамбы.

В связи с падением уровня Аральского моря одна из крупных экологических катастроф нашего времени произошла в Приаралье. Уровень моря снизился более чем на 20 м, а его площадь сократилась на 54%; с осушенного дна ветер поднимает облака пыли и солей, засоляя окружающие территории. Отсутствие качественной пресной питьевой воды ухудшает условия жизни, угрожая здоровью населения. По съемкам из космоса составлены карты изменения береговой линии и площади акватории Аральского моря.■

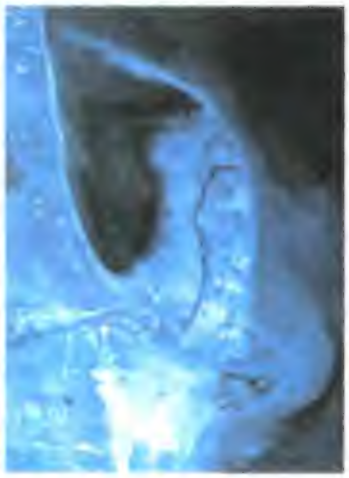








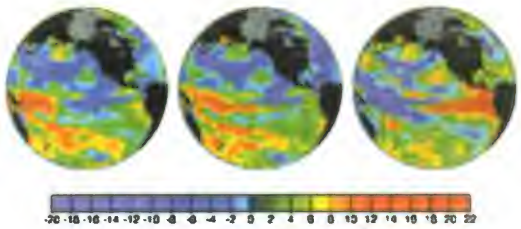
Аральское море на космических снимках 1975, 1989, 1996 гг. и составленная по ним карта изменений его площади.







Дельта Сулака на снимках 1978 и 1991 гг. и составленная по ним карта динамики дельты.



Глобальные спутниковые карты температур океана, используемые для прогнозирования Эль-Ниньо.

Эль-Ниньо – эпизодически появляющееся сезонное теплое течение в восточной части Тихого океана – влияет на климат планеты, изменяет пути тропических ураганов, вызывает гибель рыбы. Тепловая съемка из космоса позволяет следить за ним и прогнозировать за несколько месяцев вперед.■

Среднее Поволжье на снимках с ресурсного спутника, сделанных в середине июня и июля. По изменению цвета изображения можно определить, какими сельскохозяйственными культурами засеяны поля.

Прогнозные задачи. Получаемая по снимкам информация позволяет заглянуть в будущее, решать прогнозные задачи. Нас ежедневно знакомят с прогнозом погоды на основе анализа снимков с метеорологических спутников. Метеорологи, прослеживая пути циклонов и антициклонов, скорость их перемещения, сообщают возможную погоду на завтра. Следя по космическим снимкам за таянием снежного покрова, гидрологи рассчитывают возможный уровень воды в реках во время весеннего половодья. Для этого создаются специальные модели стока, позволяющие вычислить уровень воды в реке, если известно, на какой площади стаял снег. А это можно определить по повторным снимкам, измеряя площадь речного бассейна, еще покрытую снегом: ее изменения и покажут площадь снеготаяния.

Очень важная экономическая область прогнозирования по космическим снимкам — прогноз урожая. На снимках видны сельскохозяйственные поля. Цвет их изображения в течение сезона вегетации меняется, причем у каждой сельскохозяйственной культуры по-своему. Например, на приведенных снимках Среднего Поволжья, которые синтезированы таким образом, что зеленая растительность отобразилась красным цветом, часть полей, имевших красный цвет изображения в июне, стала на июльских снимках голубоватой или желтой. Это поля пшеницы, зеленой в июне и к июлю созревшей, пожелтевшей и даже уже убранной. Другие поля в июне имели черный цвет, а в июле стали красными. Это кукуруза, всходы которой в июне еще не развились, а в июле поднялись зеленой стеной. Определяя по снимкам площади под посевами разных сельскохозяйственных культур и следя за их развитием, привлекая дополнительно метеорологическую информацию, удается с высокой точностью прогнозировать урожайность.■





ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Информатизация коснулась сегодня всех сторон жизни общества, и трудно, пожалуй, назвать какую-либо сферу человеческой деятельности — от обучения в школе до высокой государственной политики, где бы не ощущалось ее мощное воздействие.

Информатика «дышит в затылок» всем наукам о Земле, догоняя и увлекая их за собой, преобразуя, а порой полностью порабощая в стремлении к бесконечному компьютерному совершенству. Ученые уже не мыслят сегодня своей работы без компьютеров и баз цифровой информации.

В науках о Земле информационные технологии породили геоинформатику и географические информационные системы (ГИС), причем слово «географические» в данном случае означает «пространственность» и «территориальность», а еще и комплексность географического подхода.■

ГИС — это аппаратно-программный и одновременно человеко-машинный комплекс, обеспечивающий сбор, обработку, отображение и распространение данных. Географические информационные системы отличаются от других информационных систем тем, что все их данные обязательно пространственно координированны, т. е. привязаны к территории, к географическому пространству. ГИС используют при решении всевозможных научных и практических задач. ГИС помогают анализировать и моделировать любые географические ситуации, составлять прогнозы и управлять процессами, происходящими в окружающей среде.

ГИС применяются для исследования всех тех природных, общественных и природно-общественных объектов и явлений, которые изучают науки о Земле и смежные с ними социально-экономические науки, а также картография, дистанционное зондирование. В то же время ГИС — это комплекс аппаратных устройств и программных продуктов (ГИС-оболочек), причем важнейший элемент этого комплекса — автоматические картографические системы.■

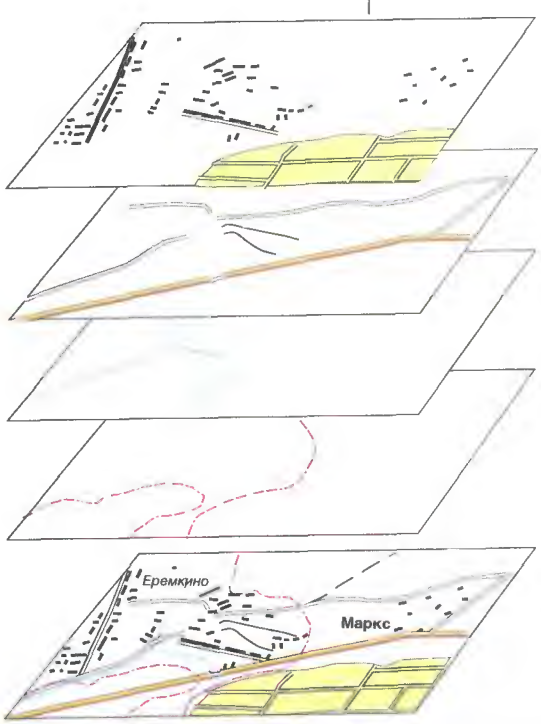


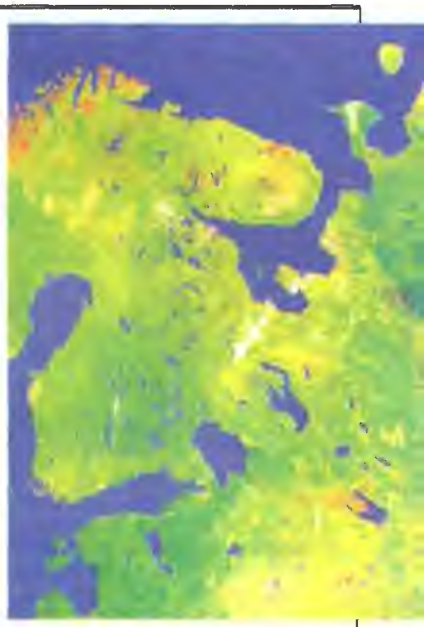
Схема расположения информационных слоев в ГИС. Вверху находится слой населенных пунктов, ниже — слой дорог, затем — слой речной сети. Можно представить себе далее слои почв, растительного покрова, загрязнения и т. д. Реальные ГИС могут содержать десятки и даже сотни таких слоев. Совместив их, получают топографическую или любую тематическую карту: все зависит от набора избранных слоев. Кроме того, ГИС позволяют осуществлять всевозможные преобразования со слоями. Можно, например, «проткнуть» их все одной вертикалью и получить набор сведений о данной точке или выбрать два слоя и наложить друг на друга для сравнения. В компьютерных технологиях эта процедура называется оверлеем.

Структуру ГИС обычно представляют как систему информационных слоев. Условно можно рассматривать эти слои в виде «слоеного пирога» или этажерки, на каждой полочке которой хранится карта или цифровая информация по определенной теме.

В процессе анализа эти слои «снимают с полочек», рассматривают по отдельности или совмещают в разных комбинациях, анализируют и сопоставляют между собой. Для какого-то одного заданного пункта или ареала можно по-

лучить данные по всем слоям сразу, но главное — появляется возможность получать производные слои. Одно из важнейших свойств ГИС как раз в том и состоит, что на основе имеющейся информации они способны порождать новую производную информацию.■

Ресурсные ГИС — один из наиболее распространенных видов ГИС в науках о Земле. Они предназначены для инвентаризации, оценки, охраны и рационального использования ресурсов, для прогноза результатов их эксплуатации. Чаще всего для их формирования используют уже имеющиеся тематические карты, которые цифруют и вводят в базы данных в виде отдельных информационных слоев. Кроме картографических материалов в ГИС включают данные многолетних наблюдений, статистические сведения, аэро- и космические снимки и др. Примером может служить «ГИС-Черное море», созданная странами черноморского бассейна. Этот бассейн с разнообразной морской жизнью, обильными рыбными ресурсами, теплыми песчаными пляжами и неповторимыми по красоте прибрежными ландшафтами, привлекающими туристов, в последние десятилетия испытывает катастрофическое ухудшение экологической обстановки. Это резко сокращает рыбные ресурсы, снижает рекреационный потенциал, ведет к деградации ценнейших прибрежных водно-болотных угодий. Для централизованного принятия срочных мер по спасению Черного моря страны региона разработали «Программу по спасению Черного моря». Важной частью этой программы стало создание ресурсно-экологической «ГИС-Черное море». Эта ГИС выполняет две функции – моделирование и информирование о Черном море в целом и отдельных компонентах его среды. Информация необходима для проведения научных исследований в акватории и прилегающей части черноморского бассейна и для принятия решений по охране и защите этой уникальной акватории.
«ГИС-Черное море» содержит около 2000 карт. Они заключены в семь тематических блоков: география, биология, метеорология, физическая океанография, химическая океанография, биология, рыбные ресурсы.■



Такие карты вошли в обиход географов с появлением ГИС. Территория предстает такой, какой она выглядит с высоты птичьего полета.

Геоинформационное картографирование. Взаимодействие геоинформатики и картографии стало основой для формирования нового направления — геоинформационного картографирования, т. е. автоматизированного моделирования и картографирования объектов и явлений на основе ГИС.
С внедрением ГИС традиционная картография испытала кардинальную перестройку. Ее можно сравнить разве что с теми изменениями, которые сопровождали переход от рукописных карт к печатным полиграфическим оттискам. Картографы прошлых эпох в самых смелых фантазиях не могли предвидеть, что вместо гравирования на литографском камне можно будет вычерчивать карту, водя курсором по экрану компьютера. А в наши дни геоинформационное картографирование почти полностью заменило традиционные методы составления и издания карт.■



*Экран ресурсной «ГИС-Черное море». На фоне карты показано семь кнопок: «География», «Геология», «Метеорология» и т. д.
Нажав на любую из них, можно получить более подробное меню, а затем уж выбрать для работы одну или несколько конкретных карт по теме.*

Первые ГИС были созданы в Канаде и США в середине 60-х гг. XX в., а сейчас в промышленно развитых странах существуют тысячи ГИС, используемых в экономике, политике, экологии, управлении ресурсами и охраной природы, кадастре (подробное описание земель, вод и т. д.), науке и образовании и т. д. ГИС охватывают все пространственные уровни — глобальный, региональный, национальный, локальный, городской. Они интегрируют разнообразную информацию о нашей планете: картографическую, данные дистанционного зондирования, статистику и переписи, гидрометеорологические данные, материалы полевых экспедиционных наблюдений, результаты бурения и подводного зондирования и т. п.

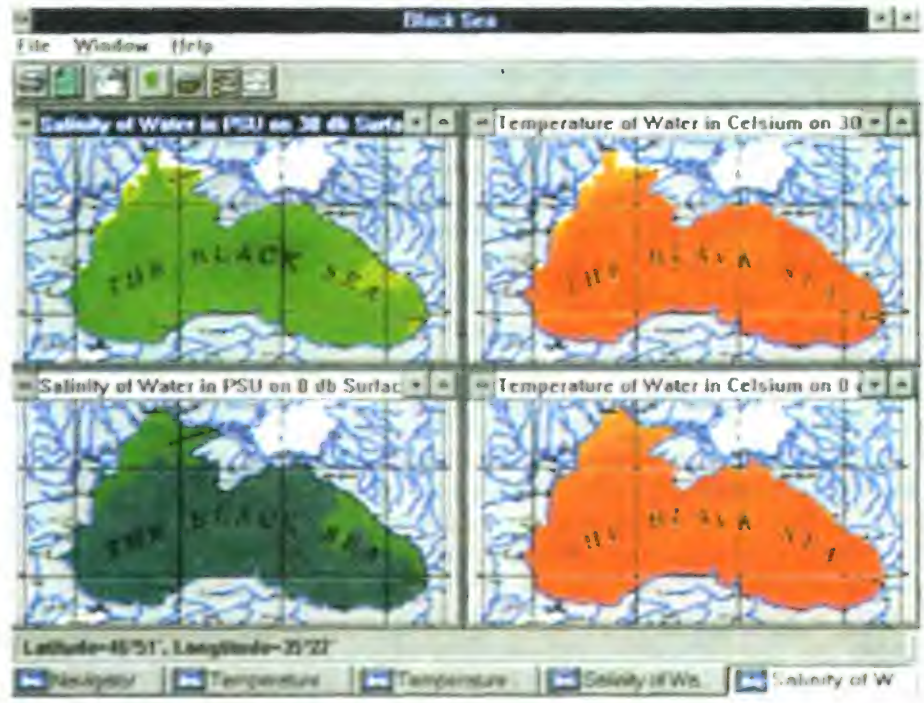
Государственные программы России предусматривают создание цифровых и электронных карт разных масштабов 1:10 000 — 1:1 000 000 и банков цифровых данных для этих карт, а также ГИС различного ранга и назначения. В крупнейших городах России — Москве, Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, Новосибирске, Иркутске и Хабаровске — организованы центры геоинформации. К ним предполагается привязать местные ГИС, а также центры сбора и обработки аэрокосмической информации. В единую сеть ГИС России будут включены базы и банки данных, существующие в научных институтах и университетах. Геоинформационная сеть станет весьма разветвленной и доступной многим пользователям.■

Программно-управляемое картографирование заставляет по-новому взглянуть на многие традиционные проблемы. Принципиально изменился выбор математической основы и компоновки карт, компьютерные карты можно достаточно быстро переводить из одной проекции в другую, свободно масштабировать, менять «нарезку» листов, вводить новые изобразительные средства (например, мигающие или перемещающиеся по карте знаки), использовать для генерализации математические фильтры и сглаживающие функции и т. п.

Трудоемкие прежде операции подсчета длин и площадей, преобразование карт или их совмещение стали рутинными процедурами. Возникла **электронная картометрия**. Создание и использование карт стало единым процессом, в ходе компьютерной обработки изображения постоянно трансформируются, переходят из одной формы в другую.■

ГИС-технологии породили еще одно новое направление — **оперативное картографирование**, т. е. создание и использование карт в реальном или близком к реальному масштабе времени. Появилась возможность быстро, а точнее сказать, своевременно информировать пользователей и воздействовать на ход процесса. Иначе говоря, при картографировании в реальном времени поступающая информация немедленно обрабатывается и составляются карты для оценки, мониторинга, управления, контроля за процессами и явлениями, изменяющимися в том же темпе.

Оперативные компьютерные карты предупреждают (сигнализируют) о неблагоприятных или опасных процессах, позволяют следить за их развитием, давать рекомендации и прогнозировать развитие ситуаций, выбирать варианты стабилизации или изменения хода процесса. Такие ситуации создаются, например, при возникновении в тайге лесных пожаров, когда приходится оперативно следить за их распространением и быстро принимать меры по ликвидации пожара. В период таяния снегов



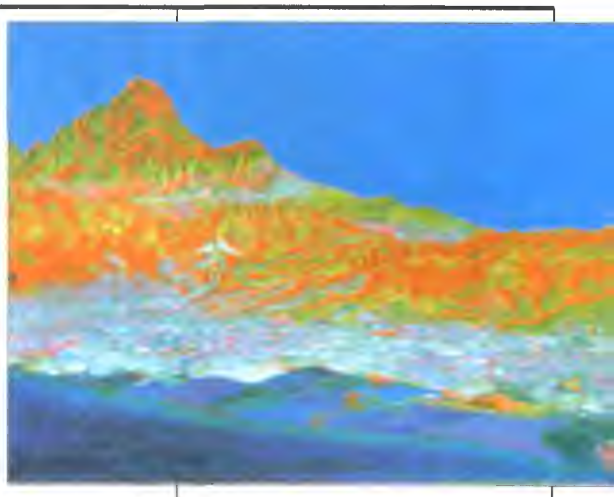
Для сопоставления на экран можно вывести сразу несколько карт. Слева — две карты солености вод Черного моря на разных глубинах, а справа — карты температуры воды на тех же уровнях. Сравнение двух взаимосвязанных явлений можно проводить визуально либо применять специальные алгоритмы. Изучение связей между разными явлениями — одна из главных задач географического исследования.

и во время катастрофических ливней приходится отслеживать разливы рек и наводнения, а в чрезвычайных ситуациях — изменения экологического состояния территории. В период ликвидации Чернобыльской аварии картографы день и ночь не отходили от компьютеров, составляя оперативные карты перемещения облаков радиоактивного загрязнения над территориями, прилегающими к очагу катастрофы. Так же ведут слежение за развитием политических событий и военными действиями в горячих точках планеты. Исходные данные для оперативного картографирования — это аэро- и космические снимки, непосредственные наблюдения и замеры, статистические материалы, результаты опросов, переписей, референдумов и др.

Огромные возможности и порой неожиданные эффекты дают **картографические анимации**. Модули анимационных программ способны перемещать карты или трехмерные диаграммы по экрану, менять скорость демонстрации, передвигать отдельные знаки, заставлять их мигать и вибрировать, менять окраску и освещенность карты, «подсвечивать» или «затенять» отдельные участки изображения и т. п. Например, на карте меняется цвет районов, подверженных лавинной опасности: «безопасная» голубоватая окраска ледников постепенно переходит в розоватую, а потом в ярко-красную, пунцовую, что означает: опасно, возможен сход лавин!

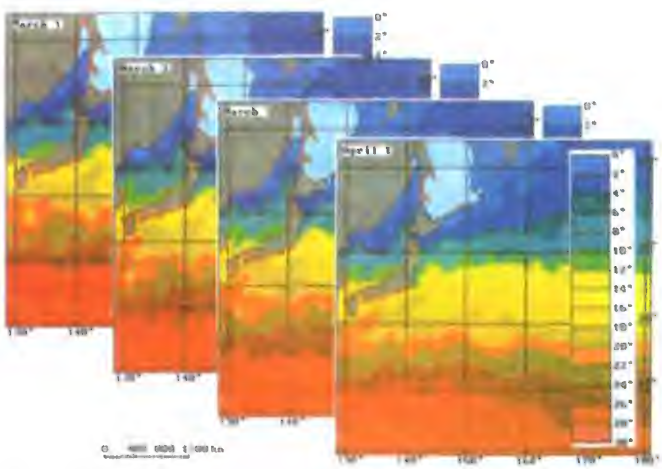
Совершенно необычные для картографии эффекты создают панорамы, изменения перспективы, масштабов частей изображения (можно делить «наплывы» и удалять объекты), иллюзии движения над картой (выполнять «облет» территории), в том числе с разной скоростью.

В обозримом будущем перспективы развития картографии в науках о Земле связываются прежде всего и почти целиком с **геоинформационным картографированием**, когда отпадает необходимость готовить печатные тиражи карт: по запросу можно будет всегда в режиме реального времени получить на экране компьютера изображение изучаемого объекта или явления. Некоторые картографы полагают, что внедрение электронных технологий «означает конец трехсотлетнего периода картографического черчения и издания печатной картографической продукции». Взамен карт и атласов пользователь сможет затребовать и сразу получить все необходимые данные в машиночитаемом или визуализированном виде. И даже само понятие «атлас» предлагается пересмотреть.■



Изображение горного рельефа, полученное посредством компьютерной обработки данных радиолокационной съемки и окрашенное в условные тона. Рельеф отличается большой пластичностью, подробностью и наглядностью. На геоизображении хорошо видны скалистые вершины, прорезанные ущельями и оврагами склоны, горные террасы и уступы, предгорные понижения. Анализ такой компьютерной модели может дать геоморфологу не меньше чем работа в поле.

С помощью геоинформационных технологий такие оперативные карты быстро составляют по результатам наблюдений. Они могут оказаться очень полезны для рыбаков, ведущих промысел в этом районе, поскольку косяки рыбы чутко реагируют на температурные перепады.■



Компьютерные анимации. Кадры картографического фильма (фрагмент). Поле температур в зоне течения Куросио в северо-западной части Тихого океана – результат геоинформационного картографирования. Каждый кадр отражает подекадное состояние температурного поля: 1, 2, 3-я декады марта, 1-я декада апреля и т. д. Абсолютные значения температуры в градусах показаны на шкале карты.

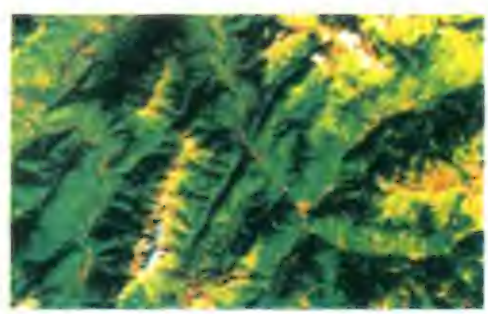
ГЕОИКОНИКА – НАУКА О ГЕОИЗОБРАЖЕНИЯХ

Прогресс геоинформационного картографирования, аэрокосмического зондирования и компьютерных технологий ведет к тому, что карты традиционного типа перестают быть единственным и безраздельным средством познания объектов и процессов на нашей планете.



Современные геоизображения способны совмещать достоинства карт и космических снимков. В этом случае аэро- или космический снимок трансформируется в проекцию карты. Такие космофотокарты (иконокарты) можно изготовлять быстро. Это удобно в районах, малодоступных для обычной наземной топографической съемки. Один из таких районов — долина Ганга в Бангладеш, она изображена на этой иконокарте, составленной по космическому снимку.

Съемки в любых масштабах и диапазонах, с различным пространственным охватом ведутся на земле и под землей, на поверхности океанов и под водой, с воздуха и из космоса. Компьютерное моделирование, различные механические и автоматические преобразования снимков и карт обусловили появление десятков и сотен новых пространственных моделей. Постепенно входят в исследовательский обиход картографические анимации и голограммы. Никогда прежде географы, геологи, планетологи, социологи и другие представители наук о Земле и обществе не имели дела с таким изобилием карт, аэро- и космических снимков, экранных изображений, на которых в разных аспектах и всевозможных ракурсах представлена вся планета — объект их исследований и забот. Известно, что в мышлении людей зрительный образ занимает центральное место. Около 4/5 информации об окружающем мире люди получают с помощью зрения. Ни быстродействующие процессоры, ни многозвучные плейеры по эффективности передачи информации не способны конкурировать с изображениями. Всем известно, что «лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать». И именно поэтому, чем совершеннее компьютер, тем больше и красочнее его экран.



Космический снимок одного из горных районов Франции.



Трехмерная компьютерная блок-диаграмма того же района.



Фотоизображение совмещено с рельефной моделью и как бы натянуто на нее. Так получается картографически точная объемная картина местности — фотоблок-диаграмма.

Все множество карт, снимков и других подобных моделей можно обозначить единым термином **«геоизображения»**, понимая под этим любые пространственно-временные, масштабные, генерализованные модели земных объектов или процессов, представленные в графической образной форме. В этой формулировке названы главные свойства, присущие всем геоизображениям (масштаб, генерализованность, наличие графических образов), и отмечена их специфика – это изображения Земли. Геоизображения охватывают недра Земли и ее поверхность,

океаны и атмосферу, биосферу, социально-экономическую сферу и область их взаимодействия – природно-социально-экономическую сферу.

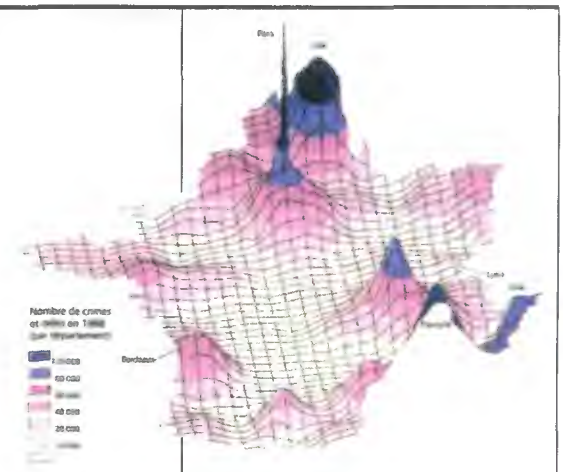
Различают три класса геоизображений в зависимости от их метрических свойств, методов получения, статичности – динамичности и, конечно, в зависимости от назначения:

1) **плоские**, или **двухмерные** геоизображения;
2) **объемные**, или **трехмерные** геоизображения;
3) **динамические трех-** и **четырехмерные** геоизображения.■

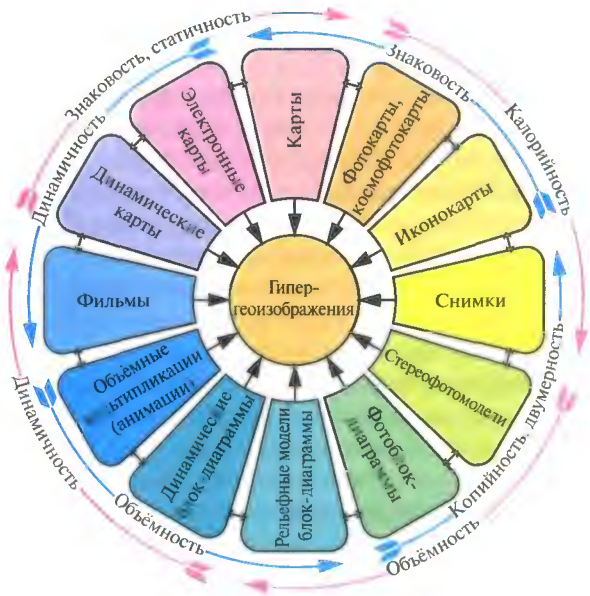
Плоские геоизображения. К этому классу принадлежат прежде всего **карты** и **планы**, **знаковые**, **генерализованные модели**, построенные в картографических проекциях: топографические, тематические карты самых разных масштабов назначения и содержания, а также всевозможные производные картографические модели. Таковы, например, **анаморфированные карты**, искажающие реальные пространственные конфигурации, чтобы более наглядно передать особенности размещения картографируемых явлений. **Аэро-** и **космические снимки**, **фотографии** морского дна, телевизионные, радиолокационные, гидролокационные, **сканерные изображения** также относятся к плоским геоизображениям.

Комбинации геометрических и спектральных свойств снимков настолько разнообразны, что их даже затруднительно перечислить. Самое же главное свойство всех снимков — это копийная (иконическая) передача объектов, их реальной формы и вида с той степенью разрешения (подробности), которую обеспечивает съемочная аппаратура. В этом состоит принципиальное отличие снимков от карт.

Еще одна группа плоских геоизображений — **компьютерные (электронные) карты**, высвечиваемые на экранах в растровом и векторном форматах. Можно «перелистывать» карты прямо на экране, совмещать их друг с другом — словом, работать с ними в интерактивном режиме.■



Трехмерными могут быть геоизображения не только реальной местности, но и абстрактных объектов, например, данных статистической отчетности. На перспективной компьютерной модели показано зафиксированное число преступлений и правонарушений в департаментах Франции. Высота пиков и интенсивность их окраски соответствуют количеству правонарушений по департаментам. Наглядно видно, что максимумы отмечены в крупных городах — Париже, Лилле, Лионе, Марселе.



На круговой диаграмме геоизображения представлены в виде некой системы с достаточно плавными изменениями свойств, постепенными взаимными переходами. В этой системе показаны, конечно же, не все сектора-лепестки. Так, между картами и снимками можно разместить еще перспективные карты, фотопланы и фотопортреты местности. Центральную часть диаграммы занимают наиболее сложные графические модели, в разной степени синтезирующие свойства карт, снимков, объемных и динамических изображений. Их можно обозначить термином «гипергеоизображения».

Голограммы – это интерференционные картины объектов, получаемые путем пространственной регистрации структуры световой волны. Для получения голограммы используют два пучка света: один – идущий от источника (опорный пучок); другой – отраженный от объекта (предметный пучок). Источником когерентного света является лазер. Освещение голографической картины восстанавливающим пучком позволяет воспроизвести световую копию объекта. Голограмма отличается от фотоснимка. Она передает объемность и пластику изображения с большим диапазоном яркостей, высоким контрастом и четкостью, позволяет наблюдать изменение бликов и теней при изменении угла наблюдения. Создается полная иллюзия объемности объекта.■

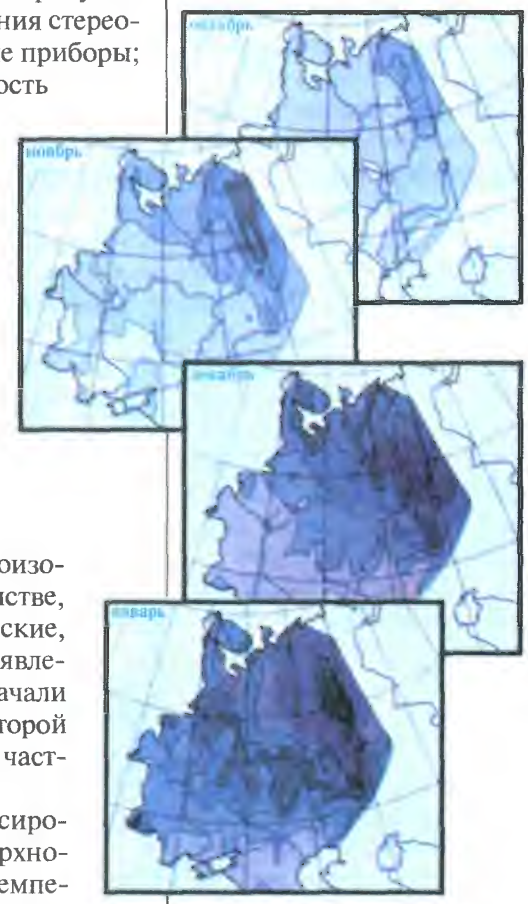
Система геоизображений.

Объемные геоизображения. Этот класс объединяет трехмерные графические модели, зрительно воспроизводящие объемность реального мира. К ним относятся **блок-диаграммы** — трехмерные рисунки местности; **стереоскопические модели** — результат разглядывания стереопар снимков сквозь специальные стереофотограмметрические приборы; **физиографические панорамы** — модели, сочетающие наглядность и картинность художественных пейзажей с точностью карт и др. Такие панорамы и пейзажи конструируют теперь на экранах компьютеров. Они очень удобны для планирования ландшафта, размещения на нем зданий и архитектурных сооружений.

К объемным геоизображениям принадлежат **рельефные карты** и **глобусы**, которые еще недавно изготавливали вручную из папье-маше, а теперь формуют из пластика. И наконец, **объемные голограммы**. Сегодня голографические карты и снимки местности существуют в единичных экспериментальных экземплярах, но эта технология столь стремительно прогрессирует, что, возможно, скоро голограммы станут не менее привычными, чем электронные карты.■

Динамические геоизображения. Движущиеся геоизображения передают изменения объектов не только в пространстве, но и во времени, т. е. как бы в четвертом измерении. Это плоские, или стереоскопические, **картографические анимации**. С их появлением картография преодолела извечную свою статичность. Начали даже говорить об особой анимационной картографии, в которой традиционная статичная картография рассматривается как частный случай.

Анимационные геоизображения помогают, например, фиксировать разрастающиеся пятна нефтяного загрязнения на поверхности океана, распространения очагов эпидемий, изменения температурных полей на суше и в океане, движения ледников и т. п. Мало-помалу анимации входят в повседневный быт, и мы легко воспринимаем на телеэкране анимационную карту прогноза погоды, когда на ней перемещаются атмосферные фронты, облачный покров и зоны осадков.■

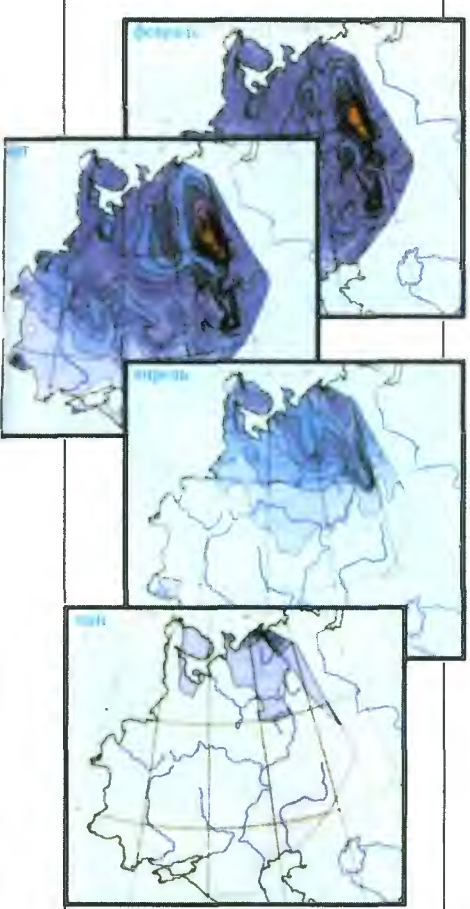


Динамические геоизображения, или анимации, показывают изменения объектов и явлений в пространстве и времени. Картографические анимации движутся на экране компьютера как мультфильм. На этой серии показаны отдельные кадры такой анимации, они передают процесс становления и схода снежного покрова на территории европейской части бывшего СССР. Каждый кадр отражает среднемесячную высоту слоя снега. В октябре он лежит тонким покровом, чуть утолщаясь на Северном Урале, в январе и феврале мощный слой снега покрывает всю территорию, а на Урале его толщина достигает 90 см и более. К маю почти вся территория освобождается от снега. На экране компьютера зима «длится» всего несколько секунд.

Система геоизображений. Кроме геоизображений, входящих в рассмотренные выше три класса, существует много комбинированных моделей, сочетающих в себе разные свойства. Таковы, например, широко распространенные **космофотокарты (иконокарты)**, на которых знаковая картографическая нагрузка напечатана поверх фотоизображения, так что читатель одновременно видит и генерализованную карту, и детальный снимок одной и той же местности. В других случаях фотоизображение как бы «натягивается» на трехмерную модель рельефа, в результате чего получаются очень наглядные **фотоблок-диаграммы**.

Оказывается, между разными геоизображениями часто нет резкой границы. Например, нет принципиальных различий между обычными и электронными картами, хотя на электронных картах перемещаются знаки или меняются окраски. А от электронных карт – один шаг до анимаций. Точно так же есть плавный переход от карт к фотокартам, затем к иконокартам и далее к снимкам. При этом постепенно как бы ослабевают свойства знаковости и нарастают «снимковые» свойства. А при пере-

Специалисты в области изобразительной голографии отмечают ее эффективность как средства информации и одновременно как нового вида изобразительного искусства, которое, подобно скульптуре, способно формировать художественно-пространственные образы. Перспективна проекционная голография – проектирование статических трехмерных голографических изображений на большом экране для одновременного наблюдения большим числом зрителей, а также вероятно практическое внедрение голографического кинематографа и телевидения, которые уже существуют в экспериментах. В будущем возможно создание и цветных голографических фильмов, обладающих впечатляющими изобразительными качествами и высокой разрешающем способностью. Пока еще голограммы не получили широкого распространения в картографии, однако создание голографических геоизображений возможно.■



ходе от снимков к стереомоделям, фотоблок-диаграммам и потом к рельефным картам нарастает трехмерность, объемность изображений.

Как правило, гиперизображения – это программно управляемые модели, свойства которых можно изменять по мере необходимости. С развитием компьютерных технологий становится вполне реальным конструирование гиперизображений с любыми заданными свойствами. Появляются, например, особые **стереокарты**, или объемные фотоизображения, горного рельефа с заранее рассчитанным освещением и распределением теней. В других случаях полосы спутниковых изображений, виток за витком покрывающие земной шар, соединяются («сшиваются»), проходят компьютерную обработку, трансформируются в картографическую проекцию и окрашиваются в условные цвета. В итоге получают гиперизображение всей планеты, которое обладает свойствами компьютерной модели, точностью карты и подробностью космического снимка. К тому же такая **электронная карта-снимок** программно управляема, с ней можно проводить аналитические преобразования и добавлять новые данные по мере их поступления.■

Прогресс в конструировании геоизображений так же бесконечен, как и в любой другой сфере творческого поиска. Новые задачи диктуют необходимость выбирать оптимальные диапазоны космической съемки, внедрять наиболее выгодные картографические проекции, разрабатывать новые изобразительные средства, создавать более реалистичные анимации и т. п.

В 60-е гг. XX в. в нашей стране и за рубежом стала быстро набирать силу особая наука об изображениях — **иконика.** Не претендуя на замену таких конкретных отраслей, как телевидение, фотография, оптика, иконика исследует общие свойства изображений, цели и задачи их преобразования, обработки и воспроизведения, распознавания графических образов.

Постепенно идеи иконики проникли в дистанционное зондирование, картографию и науки о Земле. Возникли идеи формирования нового направления — **геоиконики** как новой отрасли знания о геоизображении, теорию, методы их анализа, преобразования в науке и практике. При этом геоиконика становится связующей дисциплиной между картографией, аэрокосмическими методами и компьютерной графикой. Каждая из этих мощных дисциплин изучает геоизображения со своей точки зрения, а геоиконика занимается общими проблемами, она словно наводит мосты между родственными отраслями науки. В результате происходит все более тесное соединение картографии, аэрокосмического зондирования и геоинформатики, их взаимное цементирование, заполнение разделявших их прежде пустот, короче говоря, их **интеграция**.

Теория геоизображений находится в стадии формирования. Новое научное направление больше всего опирается на теорию картографии, поскольку она дальше других продвинулась в изучении геоизображений, их свойств, законов формирования, их соотношений с объектами и процессами, происходящими на Земле. Решающую роль в становлении нового направления играют ГИС (географические информационные системы). Именно с их помощью изготовляют электронные карты, трехмерные модели, анимации и сложные гиперизображения, предоставляющие пользователю информацию в формах, наиболее удобных для решения конкретных задач.■

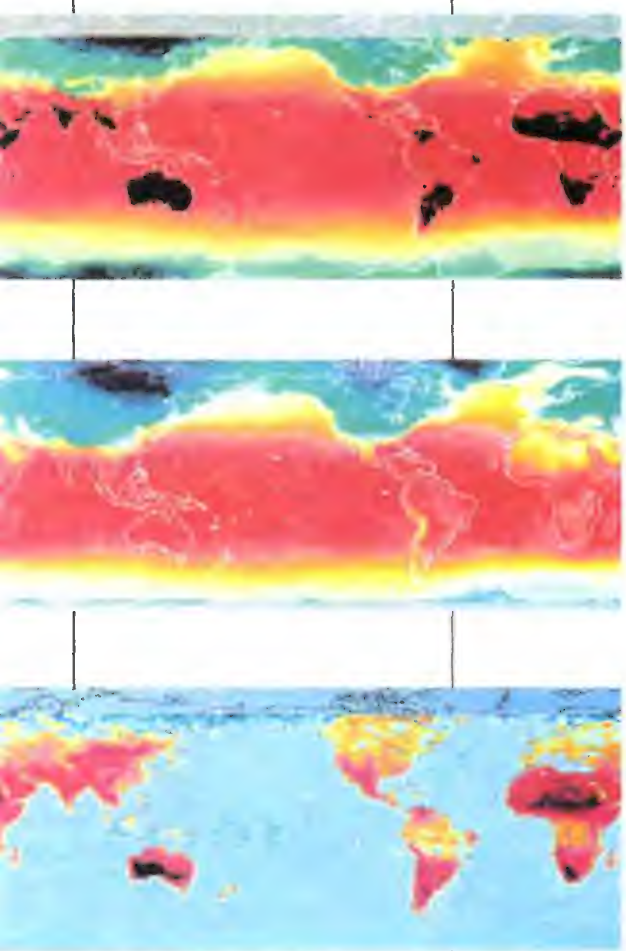
Интернет-картографирование

Географы знают, что связь — одна из самых «географичных» отраслей хозяйства. Теперь она становится инструментом интеграции экономической деятельности государств всего мира, средством ее интернационализации. Российский географ Н. В. Алисов предложил даже выделить географию мировой телекоммуникационной связи как особое научное направление.

Сегодня на наших глазах формируется новое информационное пространство, и значительную его подобласть составляет геоинформационное пространство, т. е. среда, в которой функционируют цифровая геоинформация и геоизображения разных видов и назначения.

Пользователи Интернет быстро оценили новые возможности интерактивного составления карт. Один из самых доступных вариантов — **создание картограмм** и **картодиаграмм** по статистическим данным. В этом случае не требуется особой обработки исходной информации, достаточно иметь базы статистических данных и картографическую основу с сеткой административного деления территории. Появился даже термин **«интерактивная композиция карт»**.

Более сложные тематические карты требуют специального поиска и подбора источников, их совмещения и комбинирования, привлечения разных баз данных, выполнения процедур отбора, генерализации и классификации, подбора способов изображения и т. п. Для показа динамики применяют средства анимации, добавляют звуковой ряд.■



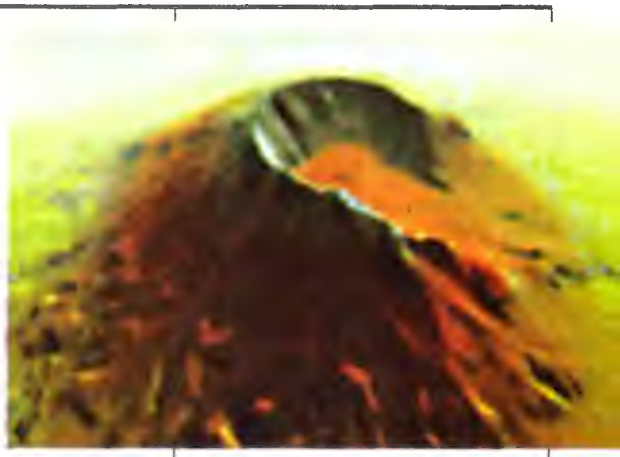
Такие карты, составляемые по данным космических наблюдений с метеорологических спутников, можно получить в Интернете. Верхняя карта отражает распределение температур на поверхности земного шара в дневное время: красные тона — жарко; сине-зеленые — холодно. Средняя карта показывает распределение температур ночью, а нижняя передает разности между дневными и ночными температурами. Видны значительные различия на материках, которые днем сильно нагреваются, а ночью остывают, и почти полностью отсутствует различие в пределах океанов и морей: вода и ночью остается нагретой.

Новые технологии позволяют разнообразить оформление карт, применять самый современный дизайн, а настольные издательские картографические системы быстро размножают карты в нужном количестве экземпляров. В наши дни все чаще говорят об Интернет-картографировании как об особой ветви картографии. Однако, предоставляя новые возможности для создания карт, компьютерные сети сами нуждаются в картах. Речь идет о картографировании самих телекоммуникационных сетей, отображении «информационного пространства». Это новое направление тематической картографии пересекается с такими отраслями, как картографирование средств связи, сферы услуг, науки и культуры и даже в какой-то степени картографирование международного сотрудничества.

Пока карты телекоммуникационных сетей не отличаются сложностью. Чаще всего на них показывают просто размещение, количество или плотность учреждений, пользующихся услугами Интернета и других компьютерных сетей,

в целом по стране или в крупных регионах. Карты наглядно свидетельствуют, что географическое распределение пользователей весьма неравномерно. Интернет наиболее распространен в Северной Америке, Европе, Австралии и Новой Зеландии.

По ряду стран созданы схематические карты структуры сетей, принадлежащих разным телекоммуникационным компаниям или научным сообществам. Например, в России есть карты телекоммуникационных сетей трех уровней: всероссийского, регионального и локального (для некоторых научных институтов и университетов).■



Виртуальное изображение вулкана Сент-Хеленс (США).

Сюжеты карт телекоммуникационных сетей весьма разнообразны. Это размещение линий, каналов, центров связи и сетевая структура в целом, объемы информации, проходящей в единицу времени, степень загрузки по месяцам, неделям, дням, число обращений, виды запросов, интенсивность информационных потоков и т. п.

На картах можно представить и такие технические показатели, как пропускная способность, доступность, скорость и стоимость передачи информации. Таким образом, картографирование становится полезным инструментом при планировании развития, оптимизации размещения и работы сетей.

Для каждой страны, а для России в особенности, развитие компьютерных сетей имеет двоякий смысл: с одной стороны, это возможность доступа к обширной и разнообразной информации, накопленной мировым сообществом, а с другой — включение собственных информационных, в том числе географических и картографических, ресурсов в мировой научно-практический оборот.■

Поиск в Интернете осуществляется с помощью специальных «навигационных» систем. Экраны иллюстрируют переход от карты мира к изображению юго-восточной части Австралии, затем к району побережья и, наконец, к городу Сиднею.







Особое место в Интернете занимают **электронные атласы**. Они оказались удачной альтернативой бумажным, создание которых, как из-



вестно, требует длительного времени, иной раз многих лет, так что некоторые капитальные научно-справочные атласы частично устаревают еще в процессе подготовки.

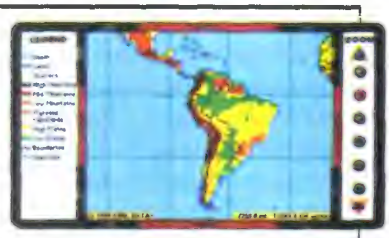
В настоящее время существует несколько типов электронных атласов: одни из них предназначены только для визуального просмотра (**«перелистывания»**); в других предусмотрена возможность изменять оформление, способы изображения и даже классификации картографируемых явлений, а также увеличивать и уменьшать изображение, получать бумажные копии карт (так называемые **«интерактивные атласы»**); третьи позволяют более разнообразно работать с картами, комбинировать и сопоставлять их, проводить по картам количественный анализ и оценку, выполнять взаимное наложение карт (**оверлей**) и **пространственные корреляции**. По существу, это ГИС-атласы. Наконец есть особые электронные **Интернет-атласы**, в структуре которых кроме карт, дополнительной информации и средств интерактивных действий обязательно присутствуют еще и средства «навигации», т. е. перемещения по сети в поисках дополнительной информации или других карт.■

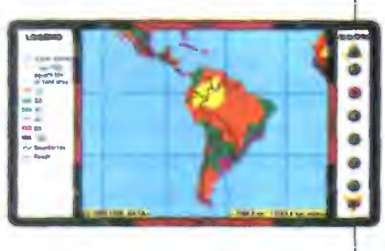
В последние годы стали обсуждать проблему «публикации национальных атласов в Интернете». Речь идет о размещении атласов в компьютерной сети и, конечно, прежде всего капитальных атласов, которые можно будет постоянно обновлять по мере поступления информации, например от государственной статистической службы. Таким образом, идет непрерывное «дежурство» по атласу, своеобразное слежение (мониторинг), и формируются национальные атласные информационные системы, которыми могут пользоваться учреждения и частные лица, имеющие персональные компьютеры любого типа.

Национальные электронные атласы созданы или находятся в процессе создания в Канаде, США, Швеции, Финляндии, Нидерландах, Франции, Германии, Швейцарии, Китае, Украине и других странах. Как правило, они базируются на многотомных бумажных атласах. Так, нацио-



Пример виртуального изображения современного города.









Образцы тематических учебно-справочных карт из школьного атласа, размещенного в Интернете. На картах показаны рельеф, дорожная сеть, плотность населения и ландшафтные зоны Южной Америки. Для того чтобы вывести карты на экран, достаточно указать вначале тему карты, а потом интересующий район.

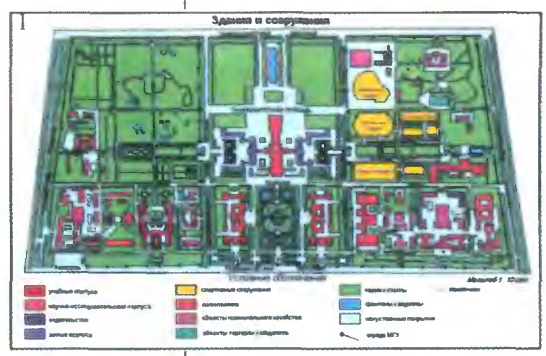
нальный атлас Швеции включает 17 томов, Нидерландов — 20 томов, Финляндии — 25 выпусков, Испании — 40 выпусков. Правда, электронные атласы не всегда повторяют свои бумажные прототипы, поскольку идет постоянное обновление карт, появляются новые сюжеты и даже частично изменяется структура.

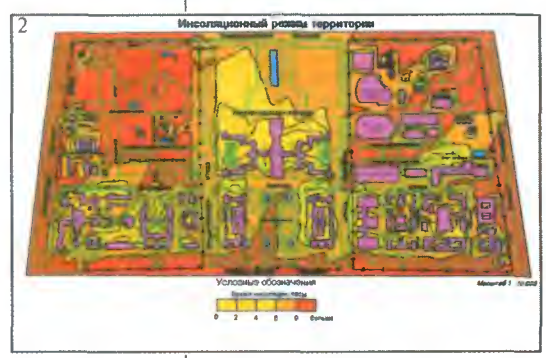
Проект Национального атласа России предусматривает наряду с традиционным 10-томным печатным изданием создание еще две версии:

1-я— электронная (упрощенная) на магнитных дискетах и компакт-дисках; она разрабатывается фактически одновременно с традиционной бумажной версией и может быть впоследствии дополнена видео- и аудиоинформацией, анимациями и гипертекстом;

2-я — ГИС-версия, которую также предполагается расширить с помощью мультимедиа и разместить в компьютерных сетях.■

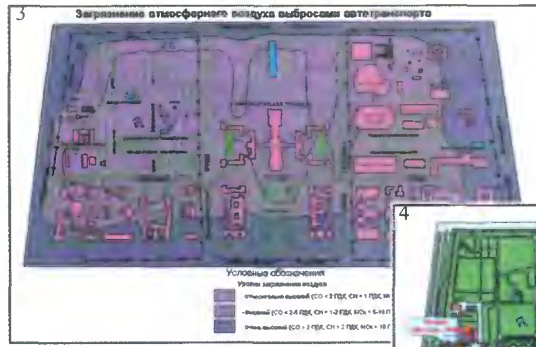
Часть компьютерного атласа территории МГУ: 1 — карта зданий и сооружений (цветом выделены учебные корпуса, общежития, административные здания и др.); 2 — карта инсоляционного режима, показывающая в изолиниях время поступления солнечной энергии на территорию;



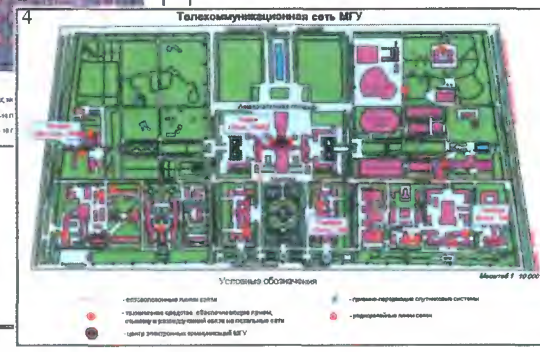


Обилие карт и других геоизображений, обращающихся в Интернете, не только благо, но и большая проблема для пользователя. Информация захлестывает, пользователю порой трудно ориентироваться и найти то, что нужно. Графические документы избыточны и не всегда упорядочены. По меткому выражению одного английского картографа, обращение к Интернету порой напоминает попытку напиться из пожарного шланга. Поэтому важнейшей проблемой становится создание удобных **навигаторов** — путеводителей, позволяющих передвигаться в электронной сети по логически связанным маршрутам в поисках требуемого геоизображения, а также дружественного пользовательского **интерфейса** — средства, обеспечивающего простое и удобное общение с сетью.■

Одно из средств организации информации в Интернете — создание **виртуальных атласов**. Это как бы «несуществующие» атласы, которые, однако, можно сформировать при определенных условиях, применяя некие правила работы в Интернете. По сути, виртуальный атлас представляет собой пользовательский графический интерфейс — средство для работы с картами, аэро- и космическими снимками, анимациями, другими геоизображениями, текстами, звуками, статистическими данными, разного рода указателями и другой пространственной информацией. Первый виртуальный атлас создан австралийскими картографами и предназначен для школьников. Он дает доступ к пространственным данным разных уровней — от обзорного глобального до страны или региона.■



3 — карта загрязнения атмосферного воздуха (темные, сильно загрязненные области расположены по краям территории вдоль автомагистралей); 4 — карта телекоммуникационной сети МГУ (красными линиями показаны оптоволоконные кабели).



ВЫСОЧАЙШИЕ И НАИБОЛЕЕ ИЗВЕСТНЫЕ ВЕРШИНЫ МИРА

Вершина	Высота, м	Горная страна	Государство
Джомолунгма	8848	Гималаи	Непал / Китай
Чогори	8611	Каракорум	Индия / Китай
Канченджанга	8585	Гималаи	Непал
Лхоцзе	8501	Гималаи	Непал
Макалу	8470	Гималаи	Непал / Китай
Дхаулагири	8221	Гималаи	Непал
Манаслу	8163	Гималаи	Непал
Чо-Ойю	8153	Гималаи	Непал / Китай
Нангапарбат	8126	Гималаи	Индия
Аннапурна	8078	Гималаи	Непал
Хидден-пик (Гашербрум-I)	8068	Каракорум	Индия / Китай
Броуд-Пик	8047	Каракорум	Индия / Китай
Гашербрум-II	8035	Каракорум	Индия / Китай
Гросангзанфенг	8017	Гималаи	Непал / Китай
Манслу	7940	Гималаи	Непал
Дастогхил	7884	Каракорум	Индия
Нандадеви	7816	Гималаи	Индия
Улугмузтаг	7723	Куньлунь	Китай
Тиричмир	7690	Гиндукуш	Пакистан
Гунгашань	7590	Сино-Тибетские горы	Китай
Пик Исмаила Самани	7495	Памир	Таджикистан
Пик Победы	7439	Тянь-Шань	Кыргызстан / Китай
Пик Ленина	7134	Памир	Таджикистан / Кыргызстан
Хан-Тенгри	6995	Тянь-Шань	Кыргызстан
Пик Революции	6974	Памир	Таджикистан
Аконкагуа	6960	Анды	Аргентина
Вулкан Охос-дель-Саладо	6880	Анды	Чили / Аргентина
Пик Военных Топографов	6873	Тянь-Шань	Кыргызстан / Китай
Тупунгато	6800	Анды	Чили / Аргентина
Пик Москва	6785	Памир	Таджикистан
Уаскаран	6768	Анды	Перу
Вулкан Льюлльяльяко	6723	Анды	Чили / Аргентина
Пик Карла Маркса	6723	Памир	Таджикистан
Ерупаха	6632	Анды	Перу
Гармо	6595	Памир	Таджикистан
Анкоума	6550	Анды	Боливия
Вулкан Сахама	6520	Анды	Боливия
Вулкан Коропуна	6425	Анды	Перу
Вулкан Чимборасо	6310	Анды	Эквадор
Мак-Кинли	6194	Аляскинский хр.	США
Пик Маяковского	6096	Памир	Таджикистан
Пик Данкова	5982	Тянь-Шань	Кыпгызстан
Логан	5950	Горы Св. Ильи	Канада
Вулкан Котопахи	5897	Анды Юж. Америки	Эквадор
Вулкан Килиманджаро	5895	Вост.-Африканское плоскогорье	Танзания
Вулкан Орисаба	5700	Мексиканское нагорье	Мексика
Вулкан Эльбрус	5642	Кавказ	Россия
Вулкан Демавенд	5604	Эльбрус	Иран
г. Св. Ильи	5488	горы Св. Ильи	США / Канада
Попокатепетль, вулкан	5452	Мексиканское нагорье	Мексика
Богдо-Ула	5445	Тянь-Шань	Китай
Дыхтау	5204	кавказ	Россия
Вулкан Кения	5198	Вост.-Африканское плоскогорье	Кения
Вулкан Арарат	5165	Армянское нагорье	Турция
Винсон	5140	Антарктида	–
Маргерита	5109	Массив Рувензори	Уганда / Заир
Шхара	5068	кавказ	Россия / Грузия
Вулкан Казбек	5033	кавказ	Россия / Грузия
Джая	5030	Новая Гвинея	Индонезия
Монблан	4807	Альпы	Франция / Италия
Вулкан Ключевская Сопка	4750	камчатка	Россия
Пик Дюфур	4634	Альпы	Швейцария / Италия
Рас-Дашэн	4620	Эфиопское нагорье	Эфиопия
Зердкух	4548	Загрос	Иран
Керкпатрик	4528	Трансантарктические горы	–
Белуха	4506	Алтай	Россия
Уитни	4418	Сьерра Невада	США
Элберт	4399	Скалистые горы	США
Вулкан Рейнир	4392	Каскадные горы	США
Вулкан Мауна-Кеа	4205	Гавайские острова	США

КРУПНЕЙШИЕ ГОРОДА МИРА

Город	Число жителей в городе, тыс.	В агломерации	Год переписи или оценки	Страна
Мехико	16900	25000	1996	Мексика
Нью-Йорк	7381	19500	1996	США
Сан-Паулу	9840	18500	1996	Бразилия
Бомбей (Мумбай)		15700	1996	Индия
Шанхай	7497	14190	1996	Китай
Рио-де-Жанейро	5552	13406	1996	Бразилия
Сеул	11800	17000	1996	Южная Корея
Буэнос-Айрес	2970	10686	1991	Аргентина
Дели	10300		1996	Индия
Джакарта	9341	13000	1997	Индонезия
Париж	2150	9600	1996	Франция
Москва	8390	8630	1998	Россия
Чикаго	2722	8600	1996	США
Стамбул	8020		1996	Турция
Токио	7830	27200	1997	Япония
Лондон	7074		1996	Великобритания
Тегеран	6830	10000	1996	Иран
Лима	6800		1996	Перу
Каир	6789	9900	1997	Египет
Бангкок	6566	8000	1995	Таиланд
Богота	6005	6200	1997	Колумбия
Мадрас (Ченнай)	5906		1995	Индия
Сянган (Гонконг)	5900		1993	Китай
Пекин	5800	12590	1996	Китай
Хайдарабад	5343		1995	Индия
Карачи	5200	10100	1996	Пакистан
Лахор	5085		1995	Китай
Ухань	4901		1991	Китай
Бангалор	4749		1995	Индия
Чунцин	4717		1991	Китай
Сантьяго	4704	5000	1998	Чили
Шэньян	4649		1991	Китай
Тяньцзинь	4575	9480	1996	Китай
Багдад	4478		1995	Ирак
Калькутта	4400	12100	1996	Индия
Киншаса	4212		1995	Конго (Заир)
Санкт-Петербург	4190	5100	1998	Россия
Гуанчжоу	4112	6000	1991	Китай
Мадрид	2866	4100	1996	Испания
Янгон (Рангун)	3851		1995	Мьянма
Пусан	3814		1996	Южная Корея
Рим	2600	3800	1994	Италия
Алжир	3702		1995	Алжир
Александрия	3700		1996	Египет
Манила	3700	11000	1999	Филиппины
Ахмадабад	3688		1995	Индия
Дакка	3600	8900	1995	Бангладеш
Сидней		3590	1995	Австралийский Союз
Хошимин	3555	4500	1995	Вьетнам
Лос-Анджелес	3544	15500	1996	США
Сингапур		3476	1998	Сингапур
Барлин	3459		1997	Германия
Харбин	3433		1991	Китай
Чэнду	3347		1991	Китай
Йокогама	3301		1997	Япония
Касабланка		3289	1995	Марокко
Ухань	3284		1990	Китай
Нинкин	3094		1991	Китай
Мельбурн		3094	1995	Австралийский Союз
Сиань	3035		1991	Китай

КРУПНЕЙШИЕ И НАИБОЛЕЕ ИЗВЕСТНЫЕ ГОРНЫЕ ЛЕДНИКИ МИРА

Ледник	Горная страна	Длина, км	Площадь, км²	Конец языка, м
Хаббард	Горы Св. Ильи (Аляска)	115	20000	
Беринга	Горы Чугач (Аляска)	203	5800	0
Сьюард-Маласпина	Горы Св. Ильи	113	4500	0
Колумбия	Горы Чугач	66	1370	
Уолш	Горы Св. Ильи	75	830	0
Небесна	Горы Врангеля (Аляска)	87	819	70
Дэвис	Береговой хребет Аляски	41	770	
Сиачен	Каракорум	76	750	550
Балторо	Каракорум	62	750	530
Федченко	Памир	77	649,6	910
Бэрд	Береговой хребет Аляски	48	610	5
Таку	Береговой хребет Аляски	53	596	
Кахилтна	Аляскинский хребет	76	580	25
Хиспар	Каракорум	52	580	960
Южный Энгильчек	Тянь-Шань	60,5	567,2	800
Южный Сойер	Береговой хребет Аляски	48	551	
Кенникотт	Горы Врангеля	44	551	10
Малдроу	Аляскинский хребет	61	516	50
Йетна	Аляскинский хребет	51	487	30
Элдридж	Аляскинский хребет	48	485	35
Ле Конте	Береговой хребет Аляски	37	465	
Рут	Аляскинский хребет	63	449	03
Чисана	Горы Врангеля	39	440	050
Низина	Горы Врангеля	51	429	55
Биафо	Каракорум	68	420	100
Тустумена	Горы Кенай (Аляска)	32	390	0
Ченета	Горы Кенай	23	370	
Ганготри	Гималаи	32	300	800
Чоголунгма	Каракорум	45,5	290	750
Батура	Каракорум	59	285	540
Чиантар	Гиндукуш	32	260	660
Северный Энгильчек	Тянь-Шань	32,8	181,2	400
Тирич	Гиндукуш	30	170	
Тасмана	Южный Альпы Новой Зеландии	29	156,5	0
Грумм-Гржимайло	Памир	37	142,9	610
Зеравшанский	Гиссаро-Алай	27,8	132,6	810
Зему	Гималаи	31	130	350
Гармо	Памир	30,4	114,6	970
Канченджанга	Гималаи	24	107	
Октябрьский	памир	19	88,2	440
Западный Ронгбук	Гималаи	22,2	86,9	150
Алечский	Альпы	24,7	86,8	1540
Каинды	Тянь-Шань	29	84,1	400
Корженевского	Памир	21,5	73	890
Петрова	Тянь-Шань	11,3	69,8	730
Горнер	Альпы	14,1	68,9	120
Географического Общества	Памир	24,2	64,4	580
Ленина	памир	13,5	55,3	760
Большой Саукдара	Памир	20,6	53	240
Гандо	памир	22	44,6	250
Франца-Иосифа	Южные Альпы Новой Зеландии	11	43	0
Корженевского	Тянь-Шань	11,7	38	270
Безенги	кавказ	17,6	36,2	080
Слюнина	Камчатка	10,1	35,6	70
Эрмана	Камчатка	16,5	34,2	360
Дыхсу	Кавказ	13,3	34	300
Лекзири	Кавказ	11,8	33,7	020
Мер-де-Глас	Альпы	12,3	33,1	470
Лекзири	Кавказ	10,1	28,8	390
Талдуринский	Алтай	7,5	28,2	440

КРУПНЕЙШИЕ ПО ПЛОЩАДИ И НАИБОЛЕЕ ИЗВЕСТНЫЕ ОЗЕРА МИРА

Название	Площадь тыс. км²	Урез воды, м над у. м.	Наибольшая глубина, м	Местоположение
Каспийское море	376	−28	1025	Европа, Азия
Верхнее	82,7	183	4-6	Северная Америка
Виктория	68,0	1134	80	Восточная Африка
Гурон	59,6	177	229	Северная Америка
Мичиган	58,0	177	280	Северная Америка
Аральское море	35,5	39	54	Центральная Азия
Танганьика	34,0	774	1470	Восточная Африка
Байкал	31,5	456	1620	Северная Азия
Ньясп	30,8	472	706	Восточная Африка
Большое Медвежье	30,2	157	137	Северная Америка
Большое Невольничье	28,6	150	150	Северная Америка
Эри	25,7	174	65	Северная Америка
Виннипег	24,3	217	28	Северная Америка
Чад	20 – 10	250	7	Центральная Африка
Онтарио	19,5	75	235	Северная Америка
Балхаш	18,2	342	26	Центральная Азия
Ладожское	17,7	5	230	Северная Европа
Бангвеулу	15 – 4,0	1067	5	Центральная Африка
Эйр	15 – 0	−15	20	Австралия
Маракайбо	13,3	0	250	Южная Америка
Дунтинху	12 – 4,0	11	15	Восточная Азия
Тонлесап	10 – 2,5	1,5	14	Юго-Восточная Азия
Онежское	9,7	33	127	Северная Европа
Титикака	8,3	3812	304	Южная Америка
Рудольф	8,5	375	73	Восточная Африка
Никарагуа	8,2	29	60	Центральная Америка
Атабаска	7,9	210	60	Северная Америка
Мельгир	6,7 – 0	−26	?	Северная Африка
Оленье	6,3	350	60	Северная Америка
Иссык-Куль	6,2	1608	668	Центральная Азия
Большое Соленое	6 – 2,5	1280	15	Северная Америка
Торренс	5,9	34	8	Южная Австралия
Урмия	5,9 – 4,0	1275	16	Передняя Азия
Кукунор	5,7 – 4,2	3205	38	Центральная Азия
Мобуту-Сесе-Секо	5,5	619	58	Восточная Африка
Венерн	5,5	44	100	Северная Европа
Виннипегосис	5,4	252	12	Северная Америка
Мверу	5,2	917	15	Центральная Африка
Поянху	5,0 – 2,7	18	20	Восточная Азия
Хаммар	5,0 – 2,0	?	2	Передняя Азия
Манитоба	4,7	248	20	Северная Америка
Таймыр	4,6	6	26	Северная Азия
Ханка	4,1	68	11	Восточная Азия
Этоша	4,0 – 0	1065	?	Южная Африка
Ван	3,7	1646	145	Передняя Азия
Тана	3,6 – 3,1	1840	100	Восточная Африка
Чудско-Псковское	3,5	30	15	Восточная Европа
Убсу-Нур	3,3	753	20	Центральная Азия
Сарыкамыш	3,2	−2,2	43	Центральная Азия
Лобнор	3,2	780	5	Центральная Азия
Киву	2,7	1462	496	Восточная Африка
Алаколь	2,6	340	54	Центральная Азия
Хубсугул	2,6	1645	238	Центральная Азия
Кьюга	2,6	1029	5	Восточная Африка
Окичоби	2,6	39	6	Северная Америка
Поопо	2,5	3690	3	Южная Америка
Намцо	2,5 – 2,0	4627	40	Центральная Азия
Туз	2,5 – 0	899	?	Передняя Азия
Буэнос-Айрес	2,4	215	?	Южная Америка
Чаны	2,3 – 1,7	106	10	Северная Азия

САМЫЕ МНОГОВОДНЫЕ И НАИБОЛЕЕ ИЗВЕСТНЫЕ РЕКИ МИРА

Название	Расход воды, тыс. $м^3/с$	Длина, тыс. км	Площадь бассейна, тыс. $км^2$	Материк / часть света
Амазонка[1]	220	7000	7180	Южная Америка
Конго[2]	46	4320	3691	Центральная Африка
Янцзы	34	5800	1800	Восточная Азия
Ориноко	29	2730	1086	Южная Америка
Енисей[3]	19,8	4102	2580	Северная Азия
Миссисипи[4]	18,4	6420	3270	Северная Америка
Парана[5]	17,5	4380	2663	Южная Америка
Лена	17	4400	2490	Северная Азия
Брахмапутра	16,3	2900	580	Южная Азия
Токантинс	16,3	2850	770	Южная Америка
Иравади	16	2150	430	Юго-Восточная Азия
Макензи[6]	14	4250	1804	Северная Америка
Святого Лаврентия[7]	7,8	1200	1270	Северная Америка
Меконг	13,2	4500	810	Юго-Восточная Азия
Ганг	13	2700	1100	Южная Азия
Обь[8]	12,5	4338	2990	Северная Азия
Амур[9]	10,9	4444	1856	Восточная Азия
Магдалена	9	1550	260	Южная Америка
Колумбия	8	2250	670	Северная Америка
Сицзян	8	2130	437	Юго-Восточная Азия
Волга	7,9	3530	1360	Восточная Европа
Замбези	7	3540	1300	Южная Африка
Инд	7	2880	1165	Южная Азия
Салуин	6,7	3000	325	Юго-Восточная Азия
Юкон	6,5	3700	855	Северная Америка
Дунай	6,4	2850	817	Западная Европа
Уругвай[10]	5,5	2200	307	Южная Америка
Печора	4	1800	322	Восточная Европа
Колыма[11]	3,9	2513	643	Северная Азия
Колорадо[12]	3,8	2740	428	Северная Америка
Хонгха	3,8	1183	158	Юго-Восточная Азия
Годавари	3,6	1465	313	Южная Азия
Северная Двина[13]	3,6	1300	360	Восточная Европа
Сан Франциску	3,3	2800	600	Южная Америка
Хатанга[14]	3,3	1636	364	Северная Азия
Фрейзер	3	1370	220	Северная Америка
Нил[15]	2,9	6671	3349	Африка
Нельсон	2,8	650	1070	Северная м
Раджанг	2,7	600	60	Юго-Восточная Азия
Пясина	2,6	818	182	Северная Азия
Кришна	2,5	1400	259	Южная Азия
Нева	2,5	74	281	Восточная Европа
Рейн[16]	2,5	1320	224	Западная Европа
Индигирка	1(6	1726	360	Северная Азия
Днепр	1,7	2201	504	Восточная Европа
Анадырь	1,7	1150	191	Северо-Восточная Азия
Шат-Эль-Араб[17]	1,6	2900	1000	Юго-Западная Азия
Хуанхэ	1,5	4845	771	Восточная Азия
Таз	1,5	1401	150	Северная Азия
Амударья[18]	1,4	2620	30,9	Средняя Азия
Оленёк	1,1	2292	219	Северная Азия
Тарим	1	2030	950	Центральная Азия
Дон	0,9	1870	422	Восточная Европа
Муррей	0,89	2589	1062	Австралия
Лимпопо	0,8	1800	440	Южная Африка
Оранжевая	0,8	1860	1020	Южная Африка
Рио-Гранде	0,57	2880	570	Северная Америка
Сырдарья[19]	0,5	3019	219	Средняя Азия
Урал	0,37	2428	237	Европа / Азия

[1] с источком р. Апачеты
[2] с р. Луалаба
[3] с р. М. Енисей
[4] с р. Миссури
[5] от слияния рек Паранаиба и Риу-Гранде
[6] с р. Пис-Ривер
[7] от истока из оз. Онтарио
[8] с р. Пелотас
[9] с р. Аргунь
[10] с р. Пелотас
[11] с р. Кеньеличи и Кулу
[12] с р. Грин-Ривер
[13] с р. Сухона
[14] с р. Котуй
[15] с р. Кагера
[16] с р. Передний Рейн
[17] с р. Евфрат
[18] с Пянджем
[19] с Нарыном

ОКЕАНЫ

Океаны	Площадь, млн. км²	аксгл., м
Тихий	150,2	11 022
Атлантический	82	8742
Индийский	56	7729
Северный Ледовитый	14,7	5527
Южный	58,4	8325
Всего (Мировой океан)	361,1	11 022

МАТЕРИКИ

Материки	Площадь, млн. км² (с островами)	Максимальная абсолютная высота, м	Минимальный уровень, м
Евразия	53,44	8848	–395
Африка	30,32	5895	–153
Северная Америка	24,25	6193	–85
Южная Америка	18,28	6960	–40
Австралия	8,89	2228	–12
Антарктида	13,98	5140	0

КРУПНЕЙШИЕ ОСТРОВА

Остров	Площадь, тыс. км²	Максимальная высота, м	Государство
Гренландия	2176	3700	Дания
Новая Гвинея	829	5029	Папуа-Новая Гвинея, Индонезия
Калимантан	734	4101	Индонезия, Малайзия, Бруней
Мадагаскар	590	2876	Мадагаскар
Баффинова Земля	476	2591	Канада
Суматра	435	3805	Индонезия
Хонсю	230	3776	Япония
Великобритания	230	914	Великобритания
Виктория	214	914	Канада
Элсмир	203	2926	Канада

КРУПНЕЙШИЕ ПОЛУОСТРОВА

Полуострова	Площадь, млн. км²	Максимальная высота, м	Материк
Аравийский	2730	3760	Евразия
Индокитай	2088	3053	Евразия
Индостан	2000	2698	Евразия
Лабрадор	1600	1676	Северная Америка
Скандинавский	800	2469	Евразия
Сомали	750	2416	Африка
Пиренейский	585	3478	Евразия
Малая Азия	506	3916	Евразия
Балканский	505	2925	Евразия
Таймыр	400	1146	Евразия

Указатель имен и предметов

А

Аапа – 398
Абразия – 121, 143, 241, 431, 448
Авиценна (Ибн Сина) – 78
Айсберги – 56, 57, 141 – 143, 185, 196 – 199, 228, 229, 333, 387, 410, 411, 436, 446
Аккумуляция – 197, 241, 243, 335, 561
Аласы – 171
Альбедо – 271, 274, 275, 301 – 303, 427
Аллювий – 132
Амундсен Руал – 56, 74, 75, 228, 312, 426
Анаксимандр – 13
Анаэробные организмы – 333, 334
Анеморумбометр – 261
Анжу Петр Федорович – 160
Антеклизы – 98 – 100
Антициклон – 278 – 281, 288 – 290, 292 – 295, 308 – 310, 317, 318, 396, 403, 406, 427
Апвеллинг – 237, 249
Ареал – 158, 173, 620
Аристарх Самосский – 13
Аристотель – 14, 78, 183, 258, 339, 432
Арктические дерновые почвы – 364
Арсеньев Владимир Клавдиевич – 402, 403, 519
Асланикашвили Александр Федорович – 607
Ассимиляция – 328, 515
Ассоциация – 174, 322, 339, 340, 547, 578, 579, 620
Астроблема – 125, 436, 437
Атлас – 214, 602, 605, 614, 626 – 631, 658, 659
Атмосфера – 17, 105, 107, 116, 118, 120, 163, 178 – 184, 187, 196, 198, 202, 203, 209, 210, 216, 221, 223, 224, 255, 257, 266, 268, 272, 275, 296, 300, 305, 321, 349, 351, 357, 363, 378, 382, 383, 386, 387, 401, 415, 417, 419, 433, 436, 438, 439, 446, 448, 495, 462, 463, 465, 470 – 472, 557, 561, 571
Атмосферное давление – 260, 261, 286, 287, 289, 290, 292 – 295, 304, 318, 319, 433, 437
Аэробные организмы – 333, 334
Аэрозоли – 259, 264
Аэроснимки – 632

Б

Башенный карст – 136, 137
Беллинсгаузен Фаддей Фаддеевич – 56, 63, 74, 198, 426
Берг Лев Семенович – 388
Береговая зона – 240 – 243, 255
Беринг Витус Йонссен – 50, 51, 60, 61
Бертен Ж. – 617
Бехайм Мартин – 14
Биогены – 324, 463, 465, 467
Биомасса – 328
Биохимические породы – 86
Бируни (Абу Рейхан Мухаммед ибн Ахмед аль-Бируни) – 78
Бойль Роберт – 324
Болотно-подзолистые почвы – 369
Болото – 66, 68, 86, 158, 181 – 183, 186 – 188, 195, 203, 355, 364, 365 – 367, 378, 384, 391, 398, 412, 606, 644, 649
Бомон Эдуард – 16
Бофорт Фрэнсис – 436
Бразильские каатинги – 417
Бруно Джордано – 15
Бугры пучения – 171, 173
Бурые лесные почвы – 368, 376, 398
Бурые тропические почвы – 374
Буферная охранная зона – 480, 497
Бюффон Жорж Луи Леклерк – 15, 324

В

Вади – 133, 188
Валовая, или полная биологическая продукция – 328, 464, 544
Васко (Вашко) да Гама – 25, 213, 28, 29
Вегенер Альфред Лотар – 108, 109
Венцы – 271, 276, 296, 298
Верзилин Николай Михайлович – 419, 421, 423
Вернадский Владимир Иванович – 17, 324, 325
Вертисоли – 380, 381
Верхняя мантия – 94, 95, 98, 104, 109, 110, 116, 117, 122
Верховодки – 204
Веспуччи Америго – 32 – 35
Вечная мерзлота – 134, 135, 154 – 170, 172 – 177, 447
Виртуальные атласы – 659
Витрувий – 202
Внутреннее ядро – 94
Водная эрозия – 409
Водные массы – 210, 211, 213, 214, 225, 226, 234, 249, 396, 495, 629, 630
Водоносный горизонт – 204, 205
Водораздел – 65, 66, 68, 188, 199
Водосбор – 188, 189, 191, 193, 190, 194, 446
Водоупор – 176, 204
Водохранилище – 111, 190, 194, 195, 207 – 209, 274, 393, 400, 401, 403, 433, 436, 437, 439, 442, 446, 448, 462, 478, 561, 579
Водяная плазма – 204
Волны – 94, 96, 100, 118, 121, 122, 124, 129, 130, 142, 143, 170, 185, 198, 230 – 233, 237, 238, 240, 241, 243 – 245, 247, 249, 266 – 269, 272, 273, 280, 288, 289, 295, 297, 298, 309, 316, 328, 387, 399, 428, 431, 436, 438, 439, 442, 444, 446, 447, 455, 559, 638, 639, 654
Вторичное засоление – 379, 384, 405, 419
Вулканизм – 71, 101, 104, 105, 107 – 109, 123 – 125, 148

Вулканические почвы – 381
Вульф Евгений Владимирович – 345
Выветривание пород – 126, 127, 137, 363, 373, 389, 441, 465
Выводные ледники – 427
Высокогорные пустынные почвы – 377

Г

Галлей Халли Эдмунд – 184
Гало – 271, 276, 298
Гартман Шедель – 14
Гейзеры – 204, 397, 483, 493, 494
Гей-Люссак Жозеф Лук – 260
Гелиотермальные озера – 195
Геммология – 93
Географические координаты – 102, 612, 614, 615, 635
Геоизображения – 599, 651 – 656, 659
Геоиконика – 599, 655
Геоинформационное картографирование – 649, 651, 652
Геология – 70, 78, 79, 81, 108, 118, 221, 349, 433, 457, 600, 609
Геотектоника – 100
Геофизика – 81, 108, 600
Геохронологическая шкала – 81
Герберштейн Зигмунд – 45, 46
Геродот – 13, 194
Гесидор – 13
Гигрометр – 261
Гидроакустика – 245
Гидрогенные процессы – 142
Гидросфера – 178 – 183, 185 – 187, 198, 201, 203, 322, 324, 325, 328, 334, 382, 383, 609
Гилеи – 322, 416, 417, 421
Гипоцентр – 110, 120
Глинистые породы – 86
Глеевые горизонты – 353, 368, 371
Глеевые мерзлотно-таежные почвы – 367
Глеевые почвы – 360, 364, 369, 380
Глеевые таежные почвы – 366
Глееподзолистые почвы – 369
Глобальная система наблюдений – 284
Глобальное потепление – 241, 300, 302, 303, 651
Глобальный круговорот воды – 182, 185, 188
Глория – 298
Годовая амплитуда температуры – 311
Головин Петр – 49, 156
Гомосфера – 266, 267
Горизонтальный барический градиент – 286, 287
Горизонты вмывания – 350, 351, 353, 358, 359, 366 – 368, 370, 373, 377, 379
Горизонты вымывания – 350 – 352, 358, 359, 366 – 369, 372, 373, 377, 379
Горно-луговые почвы – 377, 376
Горные пояса – 98, 99, 108, 119, 123, 124, 140, 144 – 146, 148, 150, 151, 386, 396, 403, 404, 410, 416,
Гравитационные процессы – 128, 130, 142
Гранито-гнейсовый слой – 97, 96, 99, 116
Гранулито-базитовый слой – 97, 96
Гржимек Бернхард – 488, 489
Грунтовые воды – 154, 157, 204, 205, 351, 353, 355, 365, 370, 371, 375, 378, 379, 400, 557, 561, 642
Грязевые вулканы – 122, 124, 125
Гумбольдт Александр – 33, 34, 181, 388
Гумилев Лев Николаевич – 394
Гумусовый горизонт – 352, 359, 362, 364, 368, 370, 371, 373 – 375, 377, 380, 381
Гюйгенс Хёйгенс – 15

Д

Дарвин Чарлз Роберт – 232, 338, 354, 432
Дегазация – 181
Дежнёв Семен Иванович – 49
Декарт Рене – 180
Деламбер Жан Батист – 611
Демографические проблемы – 505, 519
Дерново-глеевые почвы – 368
Дерново-карбонатные почвы – 360, 368 – 370
Дерново-подзолистые почвы – 359, 368, 369
Дерново-торфянистые почвы – 365, 377
Дефант Альберт Ёзеф Мария – 223
Джинс Джеймс Хопвуд – 17
Добровольский Глеб Всеволодович – 463
Дождемер – 264
Докучаев Василий Васильевич – 323, 348, 349, 350, 354, 360, 370, 371, 388
Долгота – 32, 36, 52, 258, 294, 299, 612, 614, 615
Д'Орбиньи Альсид Дессалин – 16
Дрейк Фрэнсис – 42 – 43
Дурные земли – 401, 411, 467

Е

Европеоиды – 514
Ермак Тимофеевич – 44 – 47

Ж

Желтоземы – 374, 375

З

Загрязнение – 206, 209, 242, 254, 256, 257, 264, 272, 276, 382, 385, 400, 401, 412, 415, 423, 434, 470 – 472, 474, 475, 504, 574, 590
Залив – 20, 24 – 26, 29 – 32, 36 – 38, 51, 53, 54, 60 – 63, 72, 90, 96, 102, 115, 117, 120, 131, 144, 148, 152, 194, 213, 214, 223, 230, 233, 235, 238 – 240, 246, 250, 252, 253, 393, 398, 399, 408, 410 – 412, 416, 418, 420, 424, 426, 429, 439, 445, 447, 474, 480, 605, 622, 624, 627
Заря – 297
«Зеленая революция» – 462

Землетрясение – 13, 76 – 78, 81, 98, 102, 104, 109 – 111, 120, 123, 128, 145, 147, 148, 182, 193, 194, 231, 258, 408, 425, 428, 429, 431, 435, 436, 438, 439, 441, 447 – 449, 450, 451, 453 – 455
Земная кора – 119, 122 – 124, 130, 144, 145, 148 – 150, 153, 448
Знаки – 601, 604, 606, 607, 616 – 622, 626, 630, 632, 642, 650, 651, 653, 654
Зодиакальный свет – 297, 298
Зоны поддвига – 184
Зоны рифтовые, или спрединки – 184
Зоопланктон – 248, 249, 256
Зубов Николай Николаевич – 211, 213
Зыбь – 230

И

Индикоплов Козьма – 13
Индустриализация – 452, 462, 475, 538, 576, 588, 591
Ионосфера – 267
Ирригация – 206
Искусственные спутники Земли – 263, 285, 466, 603, 632, 634

К

Кальдера – 105, 107, 112, 124
Камерон Верни – 68
Каналы – 26, 29, 38, 77, 107, 123, 136, 185, 187, 198, 199, 207 – 209, 219, 244, 393, 399, 400, 406, 429, 431, 437, 465, 541, 594, 595, 601, 624, 634, 636, 638, 646, 657,
Кант Иммануил – 16
Каради – 202
Карст – 134 – 137, 171, 183
Карстовый рельеф – 134 – 137
Картографирование – 600, 602, 607, 608, 613, 628, 630, 637, 649 – 652, 656, 657
Картографическая проекция – 604, 612, 614, 626, 629, 633, 653, 655
Картографические анимации – 554, 651, 652
Картодиаграммы – 620, 621, 656
Кимберлит – 90, 91, 116
Кларк Александр – 58, 611
Климатические пояса – 304, 386, 397, 442, 446
Ключевский Василий Осипович – 454
Ковда Виктор Абрамович – 467
Колумб Христофор – 11, 14, 18 – 27, 33, 34, 35, 288, 292, 627
Конденсация – 165, 182, 261, 272, 281, 312
Консолидация – 515
Консументы – 327, 328, 332, 343, 459
Континентальное подножие – 217
Континентальный круговорот – 182 – 184, 192
Коперник Николай – 15, 16
Копылов Дмитрий Епифанович – 48
Кора выветривания – 92, 126, 127, 135, 204, 324, 373, 375, 389
Коралловые рифы – 143, 153, 232, 242, 243, 332, 344
Коричневые почвы – 374
Кортес Эрнан – 30, 31
Космические снимки – 121, 257, 604, 606, 632 – 635, 643 – 647, 649, 651 – 653, 655
Коэффициент жизненности – 505
Красно-бурые почвы – 374, 375
Красно-желтые почвы – 372, 374, 381
Красновато-бурые почвы – 372, 374, 375
Красновато-черные почвы – 374
Красноземы – 360, 372, 374, 375
Красные почвы – 362, 363, 372 – 375
Кратер – 86, 105, 107, 112, 124, 125, 181, 218, 436, 437, 482, 488, 489, 494, 625
Кратес Малосский – 14
Криосфера – 154, 300
Крип – 128
Кристалл – 82, 83, 85, 88 – 93, 115, 116, 155, 167, 168, 182, 196, 262, 263, 265, 269, 270, 297, 298, 370
Кристаллография – 81, 82
Крузенштерн Иван Федорович – 62, 63
Кузанский Николай – 15
Купол – 87, 98, 99, 106, 116, 124, 137, 140, 141, 198, 253, 265, 290, 313, 387, 397, 404, 411, 429
Курум – 130, 496
Курчатов Игорь Васильевич – 218, 346
Кусто Жак Ив – 215, 219
Куэсты – 144, 411
Кювье Жорж – 16, 181, 432, 433

Л

Лавуазье Антуан Лоран – 324, 326, 327
Лайель Лайелл Чарлз – 181
Лазарев Михаил Петрович – 74, 198, 426
Ламарк Жан Батист – 202, 324
Ландшафтная сфера – 388, 390, 393, 394
Ландшафтные фации – 395
Ландшафты – 110, 130, 136, 144, 146, 151, 158, 159, 161, 172 – 176, 208, 241, 242, 254, 306, 311, 315, 317, 319, 335 – 337, 342, 346, 366 – 368, 374 – 376, 378, 381, 383, 386, 387, 389 – 395, 397 – 401, 403, 404, 407, 408, 410 – 413, 416 – 424, 466, 479, 480, 482, 486, 483, 487, 488, 490, 491, 497, 527, 557, 607, 620, 637, 645, 649, 653
Лаплас Пьер Симон – 16, 180
Лахары – 151
Ледники – 10, 18, 19, 33, 57, 71, 74, 77, 79, 107, 130, 131, 133, 140, 141, 145, 147, 148, 151, 159, 161, 162, 165, 168, 172, 179, 181, 185 – 188, 190, 191, 193, 196 – 201, 208, 209, 228, 229, 255, 300, 303, 313, 333, 362, 372, 375 – 377, 380, 387, 397, 406, 410, 426, 427, 429, 437, 441, 445 – 447, 449, 451, 454, 482, 493, 496
Ледниковый период – 140, 172, 173, 196, 200, 201, 430, 446, 490, 492
Лейбниц Готфрид Вильгельм – 618
Леонардо да Винчи – 183, 184, 188, 620, 623
Леруа Эдуард – 346
Либих Юстус – 327
Ливингстон Давид – 68, 69, 193, 484
Линней Карл – 339

Лисянский Юрий Федорович – 62
Литосфера – 324, 325, 334, 335, 383
Ломоносов Михаил Васильевич – 16, 76, 78, 156, 179, 181, 324, 370, 518
Лот – 245, 247
Лугово-степные почвы – 360, 371
Луговые почвы – 371
Лукреций Кар – 13, 78
Льянос – 417

М

Магеллан Фернан – 36 – 41, 42, 213, 215
Макаров Степан Осипович – 234
Малли-скрэб – 424
Магматические породы – 84, 85, 87, 91, 96, 103, 114
Мальтус Томас Роберт – 529
Мангры – 381
Масштаб – 607 – 611, 615, 625, 629, 632, 634, 636, 637, 639, 650 – 653
Материк – 18, 23, 25, 26, 27, 30, 32 – 35, 37, 39, 43, 50, 51, 53 – 57, 60, 61, 68, 69, 74, 78, 94, 96, 97, 100, 104, 108, 109, 116, 118 – 120, 122, 140 – 142, 144, 146, 161, 183, 198, 199, 201, 210, 213, 215, 220, 225, 236, 266, 288, 290, 293, 295, 303, 307 – 311, 313 – 316, 319, 330, 342, 360, 362, 363, 386, 387, 397, 398, 402, 403, 410 – 412, 414 – 416, 418, 419, 420, 422, 424, 426, 427, 530, 541, 604, 612, 614, 630, 633, 636, 656
Материковый склон – 217, 251, 252
Мезосфера – 266
Менделеев Дмитрий Иванович – 261, 327, 332
Меридиан – 55 – 57, 604, 610, 611, 613 – 615
Мерцание звезд – 296
Местные переписи – 500
Метаморфические породы – 84, 87, 96, 103
Миддендорф Александр Федорович – 157
Миклухо-Маклай Николай Николаевич – 514
Минерал – 78, 79, 81 – 93, 95, 101, 105, 107, 110, 114, 115, 116, 118, 120, 126, 127, 134, 155, 179, 241, 242, 250, 328, 348 – 351, 353, 355, 357, 367, 372, 373, 381
Минералогия – 81, 89
Мираж – 55, 296
Мировая урбанизация – 627
Моделирование – 601, 604, 649, 652
Мозаики глубоководных ландшафтов – 393, 394
Мозаики мелководных ландшафтов – 392 – 394
Мозаики надглубоковдных ландшафтов – 392 – 394
Моисеев Никита Николаевич – 17
Молчанов Павел Александрович – 266
Монголоидная раса – 514
Морена – 141
Морзе Сэмюэл Финли Бриз – 284
Морозобойные трещины – 168, 170, 173
Морские льды – 228 – 230, 300, 302, 303
Морские недра – 253
Морские пустыни – 292, 308, 309
Морфолитогенез – 118
Морфолитогенетический анализ – 118
Морфоструктурный анализ – 118
Морфоструктуры – 118
Москвитин Иван Юрьевич – 48, 49
Мулга-скрэб – 424

Н

Наводнения – 132, 136, 150, 182, 189, 191, 194, 209, 295, 319, 401, 403, 428 – 431, 433, 435 – 437, 442 – 450, 452, 453, 455, 456, 650
Наземные ландшафты – 392
Наледи – 170, 171, 446
Нансен Фритьоф – 72, 73, 229, 312
Нижняя мантия – 94, 95, 116
Ноосфера – 323, 347, 346, 347
Норгей Тенуинг – 402, 406
Ньютон Исаак – 15

О

Обломочные породы – 86, 113
Оболочка внешнего ядра – 94
Оболочка нижней мантии – 94
Оборотное водоснабжение – 208
Обручев Владимир Александрович – 70, 78, 79, 82, 138, 160
Огни Святого Эльма – 296, 299
Озоновый слой – 269, 271, 273, 300
Озоносфера – 267
Океанический круговорот – 182
Окна прозрачности – 273
Оорт Ян – 436
Опасности – 430 – 437, 439, 442 – 444, 446 – 449, 452 – 457
Оперативное картографирование – 650, 651
Ороген – 122, 123
Орогенические пояса – 99, 100
Осадочные породы – 84, 86, 87, 96, 98 – 101, 114, 115
Осадочный слой – 96, 97, 99, 116
Осевые рифты – 218

П

Пампы – 418, 419
Парабиосфера – 324
Параллель – 56, 66, 67, 73, 74, 604, 614, 615
Парама – 151
Парменид – 13
Парниковый эффект – 273
Пассат – 292 – 295, 288, 308, 309
Певцов Михаил Васильевич – 70
Пейтингер Конрад – 602
Переписи населения – 500, 501, 518, 519
Песчаные пустынные почвы – 371, 375
Пигафетта Антонио – 36, 38 – 40
Пикар Жак – 216
Пикар Огюст – 216, 219

Пири Роберт – 72, 74
Пирокластические породы – 86, 105, 107
Планетарный пограничный слой – 287
Планктонные организмы – 248
Платон – 13, 202, 431, 523
Плоскогорье – 119
Плотность населения – 524, 525
Поверхностно-водные ландшафты – 392 – 394
Поверхность выравнивания – 119, 122, 132, 133, 138, 139, 144 – 151,
Подводные хребты – 96, 97, 152, 153, 218
Подводный звуковой канал – 244
Подземные воды – 78, 103, 108, 111, 112, 114, 154, 168, 170, 176, 179, 181, 185, 187, 194, 198, 202 – 206, 315, 389, 397, 402, 403, 405, 407, 414, 416 – 418, 420 – 422, 424, 470, 639
Подземный лед – 154, 155, 157, 166 – 170
Подзолисто-буроземные почвы – 369
Полезные ископаемые – 79, 108, 114 – 117
Полигональная тундра – 171
Полюс холода – 311, 312
Полярное сияние – 258, 296, 299
Попов Александр Иосифович – 168, 169
Попов Федот Алексеевич – 49
Пороорока – 143
Потанин Григорий Николаевич – 65, 70
Почвенные горизонты – 349, 350, 352, 353, 356, 357, 367
Почвы-«амфибии» – 381
Почвы холодных пустынь – 353
Поярков Василий Данилович – 49
Пржевальский Николай Михайлович – 64 – 67
Прибрежное мелководье, шельф – 216, 255
Природные зоны – 388, 395, 398, 402, 412, 413, 416, 455, 619
Природный риск – 431, 434, 435, 449, 450, 455, 456
Природные поясы – 395
Прогноз погоды – 279, 282 – 285
Продуктивность – 328 – 331, 335, 584 – 586, 591
Продуценты – 327 – 329, 334, 335
Прорывные паводки – 133, 429
Противозаря – 297
Псаммофиты – 422
Птолемей Клавдий – 14, 15, 601, 599, 626
Пустынные почвы – 375
Пянда Демид Софонович – 48, 49

Р

Радиационный баланс – 274, 275, 311, 312, 313
Радуга – 271, 276, 296, 298
Реголит – 180, 181
Реликты – 341
Рендзины – 369
Референц-эллипсоид – 610
Рифты (грабены) – 193, 420
Рише Ж. – 15
Росс Джеймс Кларк – 57, 74
Ротация – 504, 505
Рыбаков Борис Александрович – 44

С

Самум – 306, 307
Сахель – 422, 423
Свердруп Отто – 72, 73
Свердруп Харальд Ульрик – 217
Свободная атмосфера – 287
Сейши – 231
Семенов Петр Петрович – 71, 70
Семенов-Тян-Шанский – 501, 519
Серо-коричневые почвы – 374
Серые лесные почвы – 368
Синеклизы – 98 – 100
Сирокко – 307
Скотт Роберт – 74, 75, 426, 312
Слой фотосинтеза – 392
Смешанные и переходные расы – 514
Смог – 320, 321
Солевые коры – 138
Соленость – 192, 195, 203, 222 – 224, 227 – 229, 235, 244, 381
Солнечная радиация – 259, 262, 266, 268, 269, 270 – 275, 290, 301, 302, 304, 306, 307, 312, 314, 316, 317, 319, 321
Солнце – 268 – 272, 274, 276, 297, 298, 300, 302, 304 – 307, 311, 314, 315, 321
Солоди – 371, 378, 379
Солончаки – 348, 355, 360, 371, 374, 375, 378, 379
Солонцы – 371, 374, 375, 379
Социальная экология – 433
Сплошная мерзлота – 158, 159
Спрединг – 184
Срединно-океанический хребет – 153, 220
Средняя мантия – 94
Сталагмиты – 134, 136, 137, 168
Сталактиты – 134, 136, 137
Сточные воды – 209, 254, 255, 400, 412, 471, 474
Страбон – 78
Стратовулкан – 105, 124
Стратосфера – 262, 266, 269, 270, 298, 303
Стэнли Генри – 68, 69
Сублимация – 261
Сумгин Михаил Иванович – 159
Супертоксиканты – 474, 473, 475
Суховеи – 315, 409

Т

Таксоны – 339, 340, 342 – 344
Такыр – 195, 371
Талики – 158, 159, 171, 176
Тейяр де Шарден – 346
Тектоника литосферных плит – 108, 109
Термокарс – 171, 177
Термосфера – 266
Течения – 178, 182, 185, 186, 188, 193, 198, 210, 211,

224, 226, 228, 234 – 237, 249, 396, 411 – 413
Тиксотропия – 365
Токсичные отходы – 472, 472
Торфяные болотные почвы – 353, 358,360, 364, 366
Толль Эдуард Федорович – 160
Торричелли Эванджелиста – 260, 284
Тосканелли Паоло – 18
Транспирация – 184, 258
Трансформный разлом – 99, 123, 152, 153
Траппы – 407
Тропосфера – 262, 265 – 267, 269, 273, 281, 288, 289, 294, 295, 303, 324, 325
Трофические цепи – 327, 328, 330, 322
Трубка взрыва – 116, 117
Трудовые ресурсы – 511, 520, 521, 566, 572, 597
Туман – 262, 276, 279, 281, 283, 297, 298, 304, 308, 309, 311, 320, 321, 401, 483, 485

У

Ударно-взрывные процессы – 125
Уитмен Уолт – 17
Уровень диссипации – 267
Урочище – 395

Ф

Фалес – 13, 202
Ферралитные почвы – 373
Фитопланктон – 248, 249, 256
Фитогеосфера – 325
Фитосфера – 322, 325
Формация – 339, 340, 424
Фотодиссоциация – 266
Франклин Джон – 73
Фреатофиты – 422
Фумарола – 107, 112
Хабаров Ерофей Павлович – 49
Хамсин – 306, 307
Харматан – 278, 293, 307
Хейердал Тур – 292, 293
Хемосинтезирующие бактерии – 335
Хозяйственная емкость – 476

Ц

Циклон – 236, 276, 278 – 281, 288 – 290, 295, 307, 309 – 315, 317 – 319, 396, 398, 412, 418, 437, 441 – 443, 447
Цокольные равнины – 119, 122
Цунами – 230, 231, 428, 429, 431, 439, 444

Ч

Чернозем – 348 – 350, 352, 353, 358 – 360, 368 – 371, 374 – 376, 380, 381, 384, 386
Черные слитные почвы – 374, 381
Чириков Алексей Ильич – 50, 51, 60
Численность населения – 500 – 502, 507, 508, 510, 514, 516, 519, 518, 521, 524 – 526, 528, 529, 546, 579

Ш

Шаровая молния – 299
Шарьяж – 99
Шельфовые ледники – 140, 198, 199, 228, 229, 426, 427
Широта – 34, 37, 39, 43, 51, 53, 55 – 57, 263 – 266, 269, 270, 274 – 276, 280, 285 – 290, 294, 295, 300, 302, 304, 307 – 310, 312 – 315, 319, 615
Шмидт Отто Юльевич – 17, 312

Щ

Щит – 98, 100, 119, 140, 145, 179, 302, 303, 313, 362, 377, 383, 411

Э

Эвтрофикация – 471
Эдификатор – 339
Эйслер Леонард – 529
Экваториальная ложбина – 294
Экваториальная раса – 514
Экзогенные процессы – 120 – 122, 126
Экзосфера – 267
Экологический кризис – 459
Электромагнитный спектр – 268
Электронная картометрия – 650
Электронные атласы – 657 – 659
Элювий – 125, 127
Эндогенные процессы – 120 – 123, 126
Эндо-экзогенные процессы – 120, 124, 125
Эоловые города – 138, 139
Эпицентр – 110, 111, 438, 449
Эратосфен Киренский – 14
Эрисман Федор Федорович – 523
Эрозия – 190, 374, 387, 434, 447, 448,
Эхолот – 244, 245, 247

Я

Явление «зеленого луга» – 298

УДК 087.5: [55+91] (031)
ББК 26я2
У59

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ ДЛЯ ЮНОШЕСТВА

ЗЕМЛЯ

Издательство выражает благодарность всем авторам, предоставившим иллюстративный материал.

Главный редактор	*Куркин Е. Б.*
Главный художник	*Ильенко Н. Е.*
Редактор	*Гончарова Е. Д.*
Контрольный редактор	*Кобозева А. Г.*
Художественный редактор	*Фролова Л. В.*
Технический редактор	*Морозова Т. Е.*
Корректоры:	*Александрова М. К.* *Мироновская С. В.*
Сканирование, компьютерная верстка:	*Алексеева О. А.* *Долина Н. А.* *Котельников В. В.* *Чувасов А. Г.*
Принципиальное решение внешнего оформления:	*дизайн-студия «ДизайнДепо»*

Универсальная энциклопедия для юношества. **ЗЕМЛЯ**/ Сост. А. М. Берлянт. — М.: Издательский дом «Современная
У59 педагогика», 2001. — 672 с.: ил.

ISBN 5-94054-004-х

Этот том – полный свод научных сведений о Земле, начиная с представлений древних о том, как она устроена и до современных научных открытий и гипотез. Авторы книги, известные ученые, путешественники и исследователи рассказывают о том, как образовалась Земля, как возник рельеф планеты, из чего складываются ландшафты, что такое вечная мерзлота и какова ее роль в жизни человека, сколько людей проживает на планете и что ожидает человечество, если оно не будет уважать законы природы. Цветные иллюстрации воссоздают облик нашей планеты, а таблицы и указатели помогают быстро получить нужную информацию. Книга рассчитана на старших школьников и студентов, но непременно вызовет интерес и у тех, кто интересуется географией.

ISBN 5-94054-004-х

УДК 087.5:[55+91] (031)
ББК 26я2

© Издательский дом «Современная педагогика», 2001
© Куркин Е. Б. — автор проекта, 2001

По вопросам оптовой закупки книг обращаться:
119034, Москва, Смоленский бульвар, 4
Издательство «Педагогика-Пресс»
Телефон: **246-92-82**
Факс: **(095) 246-59-69**

Налоговая льгота —
общероссийский классификатор продукции ОК-005-93,
том 2; 953000 — книги, брошюры.

Гигиеническое заключение на продукцию, товар
№ 77.99.2.953.П.164.74.12.00 от 07.12.2000
Гигиеническое заключение на продукцию, товар
№ 77.99.2.953.П.9447.3.00 от 10.03.2000

Изд. лиц. № 010236 от 09.06.1997
Изд. лиц. № 01382 от 30.03.2000 г.

Подписано в печать 20.06.2001
Формат 84×108 $^{1}/_{16}$.
Бумага офсетная № 1. Печать офсетная.
Гарнитура «Ньютон».
Усл. печ. л. 70,56; 72,24+0,63 форзац
Уч.-изд. л. 82,44
Тираж 100 000 экз. (1-й завод 15 000 экз.).
Заказ 882.

Издательство «Педагогика-Пресс» Государственного комитета Российской Федерации по печати и Министерства общего и профессионального образования Российской Федерации
119034, Москва, Смоленский б-р., 4.

Издательский дом «Современная педагогика»
109072, Берсеневская набережная, 18 - 20 - 22, строение 3.

АООТ «Тверской полиграфкомбинат»
170024, г. Тверь, пр. Ленина, 5.

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ ДЛЯ ЮНОШЕСТВА









Энциклопедия означает “круг знаний”. Это—книги, содержащие отобранные в определенной системе научные сведения. Универсальная энциклопедия для юношества в 10 томах, подготовленная по заказу Министерства образования Российской Федерации, предназначена дополнить школьные программы и учебники общего среднего образования.





Человек
(комплекс наук о человеке)

Цивилизации
(история)

Земля
(география, геология)

Страны и народы
(комплекс наук о странах и народах мира)




Небесные тела, числа и фигуры
(астрономия, математика)

Словесность
(язык и литература)

Вещество и энергия
(химия, физика)

Искусство
(история искусств, искусствоведение)




Живая природа
(биология, ботаника, зоология)

Миры человека
(философия, религия)





